Erſte Abtheilung.

Spezielle Geſchichte der Lebensprozeſſe.

Drittes Buch.

Von der Empfindung und Bewegung.

(Entworfen 1841.)

Erſte Abtheilung.

Spezielle Geſchichte der Lebensprozeſſe.

Drittes Buch.

Von der Empfindung und Bewegung.

(Entworfen 1841.)

Ueberſicht des Inhalts des dritten Buchs.

Umgrenzung der Aufgabe. §. 227—228.

Erſter Abſchnitt. Bau und Funktion der Nerven.

Erſtes Kapitel. Mikroſkopiſch=chemiſche Analyſe der Nervenſubſtanz.

Hiſtoriſches. §. 229.
Struktur der Primitivfaſern der Nerven. §. 230—231.
Endigung der Primitivfaſern. §. 232.
Ganglienkörper. §. 233—234.
Chemiſche Konſtitution der Nervenſubſtanz. §. 235.

Zweites Kapitel. Allgemeine Phyſik der Nerven.

Ueber das wirkſame Prinzip der Nerven. §. 236.
Allgemeine Funktionen der Nerven. §. 237—238.
Regeneration der Nerven. §. 239.
Reizbarkeit der Nerven. §. 240—241.

Drittes Kapitel. Von der Funktion der einzelnen Nerven.

Von dem Bell'ſchen Lehrſatz und deſſen Fortbildung. §. 242.
Methoden für die Verſuche. §. 243.
Von der Natur der höheren Sinnesnerven. §. 244—247.
Funktionen der Augenmuskelnerven. §. 248—250.
Fünftes Nervenpaar. §. 251—252.
Siebentes Paar. §. 253.
Neuntes Paar. §. 254.
Zehntes Paar. §. 255—258.
Elftes Paar. §. 259.
Zwölftes Paar. §. 260—261.
Von der Funktion der Rückenmarksnerven. §. 262—263.
Von der Funktion der ſympathiſchen Nerven. §. 264—269.
Rückblick auf die Funktion der Nerven. §. 270.

Zweiter Abſchnitt. Von den Sinnen.

Sinne im Allgemeinen. §. 271—272.

Erſtes Kapitel. Von den drei einfachen Sinnen.

Vom Fühlſinn. §. 273—278.
Vom Geſchmack. §. 279—283.
Vom Geruch. §. 284—289.

Zweites Kapitel. Vom Gehör.

Allgemeine phyſikaliſche Bedingungen des Hörens. §. 290.
Morphologie der Hörwerkzeuge. §. 291—297.
Funktionenlehre der Hörwerkzeuge. §. 398—310.

Drittes Kapitel. Vom Geſicht.

Vorbemerkungen. §. 311.
Allgemeine Morphologie der Sehwerkzeuge. §. 312—214.
Bau und Funktionen der einzelnen Theile des Auges. §. 315—322.
Dioptrik und Mechanik des menſchlichen Auges. §. 323—332.
Aktion der Netzhaut und ſubjektive Geſichtsphänomene. §. 333—344.

Dritter Abſchnitt. Von der Bewegung.

Vorbemerkungen. §. 345.

Erſtes Kapitel. Von der Muskelbewegung im Allgemeinen.

Struktur der Muskeln. §. 346—349.
Lebenseigenſchaften der Muskeln. §. 350—356.

Zweites Kapitel. Von den kombinirten willkürlichen Bewegungen.

Von der Ortsbewegung. §. 357—360.
Kau- und Schlingbewegungen. §. 361—362.
Athembewegungen. §. 363—368.
Von der Stimme und Sprache. §. 369—375.

Drittes Kapitel. Von den der Willkür entzogenen Bewegungen.

Vom Herzen und den Bewegungserſcheinungen in den Gefäßen. §. 376—380.
Bewegungen durch kontraktile leimgebende Faſern. §. 381.
Von der Flimmerbewegung. §. 382—384.
Von einigen iſolirten Bewegungsphänomenen. §. 385.

Vierter Abſchnitt. Vom Bau und der Funktion der Centralorgane für Empfindung und Bewegung.

Allgemeine Morphologie des Gehirns. §. 386—395.
Funktionen des Gehirns und Rückenmarks. §. 396—406.
Schlußbemerkung. §. 407.

Umgrenzung der Aufgabe.

§. 227.

Die Funktionen der Empfindungs= und willkürlichen Bewegungswerkzeuge gehören der animalen Sphäre des Organismus an. Sie vermitteln jenen Wechſelverkehr des menſchlichen und thieriſchen Körpers mit der Außenwelt, welcher nicht auf die Verwandlung äußerer Stoffe in den thieriſchen Leib gerichtet iſt, ſondern welcher ſich auf die räumliche Ausdehnung und Beſchaffenheit der Körper, dann die großen äußeren Qualitäten der Natur, wie Licht, Wärme u. ſ. w. und deren Wirkung und Wahrnehmung im Organismus bezieht. Dabei ſtehen die dieſen Prozeſſen dienenden Organe in einem eigenthümlichen Verkehr mit jenem immateriellen Prinzip, das wir uns als Seele getrennt von einer ſomatiſchen Grundlage zu denken pflegen, das aber, wie alle Erſcheinungen in der geſchaffenen Welt, nur durch leibliche Träger ſeine Thätigkeit manifeſtiren kann. Die Empfindungs= und Bewegungsorgane, insbeſondere die Sinne, ſind daher gleichſam als die Außenwerke der Seele zu betrachten. Da aber vermöge der ganzen Konſtruktion der organiſchen Körper in denſelben nichts nebeneinander beſteht, ſondern alles in Wechſelverkehr tritt, ſo übt auch das Nervenſyſtem, welches die Empfindung und Bewegung vermittelt, einen eigenthümlichen Einfluß auf den Ernährungs= und Fortpflanzungsprozeß oder die vegetative Sphäre des Organismus aus, den wir im Folgenden näher werden kennen lernen.

§. 228.

Wir theilen die Prozeſſe der animalen Sphäre in vier große Abſchnitte. Der erſte umfaßt die Erſcheinungen und Geſetze des Nervenſyſtems im Allgemeinen, ſo wie der peripheriſchen Parthieen deſſelben. Der zweite Abſchnitt iſt den Sinnesorganen gewidmet. Im dritten Abſchnitt unterſuchen wir die feinere Struktur, den Mechanismus und die organiſche Thätigkeit der verſchiedenen Bewegungswerkzeuge. Der vierte Abſchnitt handelt von den Centralorganen für die Empfindung und Bewegung.

Erſter Abſchnitt.

Bau und Funktion der Nerven.

Erſtes Kapitel.

Mikroſkopiſch-chemiſche Analyſe der Nervenſubſtanz.

Hiſtoriſches.

§. 229.

Kein Abſchnitt der Gewebslehre iſt ſo ſchwierig, als der den feineren Bau des Gehirns und der peripheriſchen Nerven betreffende. Wenn bei anderen Theilen der Hiſtologie zum Theil ſchon die älteſten mikroſkopiſchen Beobachter öfters beſſer geſehen hatten, als viele Neuere, ſo iſt dies beim Nervenſyſtem nicht der Fall geweſen [1]). Erſt in der allerneueſten Zeit iſt ein feſter Fuß in dieſem Gebiete gefaßt worden [2]). Doch hat es auch hier, wie in ſo vielen Zweigen der mikroſkopiſchen Anatomie nicht an Widerſprüchen gefehlt [3]); merkwürdig aber iſt es, daß, während die Controverſen der verſchiedenen Beobachter in anderen Zweigen der Hiſtologie durch wechſelſeitige Verſtändigung abnahmen, dieſelben ſich in dem vorliegenden Gebiete eher vermehrten, ſogar in der allerjüngſten Zeit, und bei Männern, welche ſonſt in ihren Anſchauungen und Deutungen zu ſehr ähnlichen Reſultaten zu gelangen pflegen [4]). In der That aber findet ſich bei einer genaueren Vergleichung doch weit mehr Uebereinſtimmung, als man auf den erſten Blick glauben ſollte, und die neueſten Arbeiten zeigen, daß man über die Hauptverhältniſſe der feineren Struktur der Central- und peripheriſchen Theile des Nervenſyſtems bereits im Klaren iſt [5]).

1) Der Vater der mikroſkopiſchen Anatomie, Leeuwenhoek, gab beſſere Bilder als Beſchreibungen; in letzteren laſſen ſich jedoch ſo manche Anhaltspunkte finden, welche vermuthen laſſen, daß er z. B. den feineren Bau des Gehirns und der Sinnesnerven beſſer erkannte, als die meiſten ſpäteren Beobachter, wie Della Torre, Barba, Prochaska. Fontana gab beſſere Beſchreibungen als Abbildungen, und hat unſtreitig die Primitivfäden der Nerven richtig erkannt. Doch finde ich von dieſen die erſten wirklich guten Abbildungen in Treviranus' vermiſchten Schriften. Bd. I. Tab. XIV. Nur hat derſelbe unſtreitig das Geſehene unrichtig gedeutet. Vrgl. meine Beitr. zu Burdach's Phyſiologie. Bd. V. S. 139. Bauer und Home, Prévoſt und Dumas, Milne-Edwards haben ſich durch vielfache optiſche Täuſchungen verführen laſſen und beſchrieben die Primitivtheile der Nerven als perlſchnurähnliche Fäden. Vrgl. über die ältere Literatur E. H. Weber in Hildebrandt's Anatomie. Bd. I. S. 261 u. f. Dann Ehrenberg in ſeiner weiter unten angeführten Schrift und *Mandl* Anatomie microscopique 2. Livr. Nerfs et Cerveau. Paris 1838. — Weber und Mandl haben auch intereſſante Zuſammenſtellungen der verſchiedenen älteren und neueren Abbildungen gegeben. — 2) Die erſte bahnbrechende Schrift auf dieſem Gebiete iſt unſtreitig die von

Ehrenberg: Beobachtung einer auffallenden, bisher unerkannten Struktur des Seelenorgans bei Menſchen und Thieren, mit 6 Kupfertafeln. Berlin 1836. (a. d. Abhandlungen der berliner Akademie). Die erſten Angaben über ſeine Entdeckungen gab Ehrenberg ſchon 1833 in Poggendorff's Annalen. Bd. XXVIII. Er erkannte zuerſt den röhrigen Bau der Primitivfibrillen im Gehirn und in den höheren Sinnesnerven. Die wichtigſte, den Gegenſtand in das feinſte Detail verfolgende, und wie es ſcheint ſich in allen Einzelheiten immer mehr bewährende Schrift iſt die von Valentin: Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven. Acta acad. Caes.-Leop. Vol. XXVIII. P. 2. Valentin entdeckte die peripheriſchen Endigungen der Nerven, als Schlingen der Primitivfaſern, muthmaßte ähnliche Bildungen im Gehirne, limitirte die Ehrenberg'ſchen Angaben über die Varikoſität der Primitivfaſern im Gehirn und in den Sinnesnerven, und erkannte zuerſt den wahren Bau und Zuſammenhang der bereits von Ehrenberg bei wirbelloſen Thieren abgebildeten Ganglienkugeln und ſtellte ſie als eine eigenthümliche wichtige Formation auf. Emmert (Ueber die Endigungsweiſe der Nerven in den Muskeln. Bern 1836.) und Burdach d. Jüngere (Beiträge zur mikroſkop. Anat. d. Nerven. Königsb. 1837.) beſtätigten die Angaben von Valentin. — 3) Dahin gehören z. B. die unrichtigen, durch optiſche Täuſchungen verurſachten Anſchauungen von Arnold. Lehrb. der Phyſiologie des Menſchen. Erſter Thl. Zürich. 1836. — *Dutrochet* Mémoires pour servir à l'hist. des animaux et des végétaux. Vol. II. p. 475. — Berres med. Jahrbücher d. öſterreichiſchen Staates. Bd. IX. und Anatomie der mikroſkop. Gebilde des menſchlichen Körpers. Tab. IV. — 4) Vrgl. die in mancher Hinſicht ſehr vorzüglichen Arbeiten von *Remak:* Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura. Berol. 1838. — *Purkinje* und *Rosenthal:* de formatione granulosa in nervis aliisque partibus organismi animalis. Vratisl. 1839., dann die ausführliche Kritik darüber von Valentin in ſeinem Repertorium f. 1840 S. 78., ſo wie deſſen ſelbſtſtändige, beſonders in Bezug auf die von Remak als organiſche Faſern beſchriebenen Gebilde wichtige Abhandlung in Müller's Archiv. f. 1839. S. 139. — Vrgl. die in den verſchiedenen Jahresberichten von Müller gegebenen kritiſchen Bemerkungen, bei Gelegenheit der Referate über die verſchiedenen neueren Arbeiten. — 5) Vrgl. hier beſonders die neueſten und beſten kurzen Beſchreibungen, durchaus auf eigene Beobachtung fußend: Gerber Handbuch d. allg. Anatomie. Bern 1840. S. 149 u. f. Krauſe Handbuch der menſchlichen Anatomie. 2. Aufl. I. S. 48—68.; dann Bruns Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menſchen. Braunſchweig 1841. S. 141.

Struktur der Primitivfaſern der Nerven.

§. 230.

Wer ſich von dem feineren Bau des Nervenſyſtems unterrichten will, fängt zuerſt am beſten mit den peripheriſchen Nerven an. Man nimmt irgend einen größeren oder kleineren Stamm oder Zweig eines Nerven, den man frei herauspräpariren kann, legt denſelben auf eine Glasplatte, trennt die Nervenbündel mit Nadeln, ſo daß freie Räume der Glasplatte ſichtbar werden, bringt einen Tropfen Blutwaſſer oder Eiweiß darauf und deckt ein ſehr dünnes Glasblättchen darauf [1]). Man ſieht bei einer drei- bis vierhundertmaligen Vergrößerung als feinſte geſonderte Elemente eine Anzahl von ziemlich anſehnlichen, durchſichtigen, cylindriſchen, geraden oder (je nach der Lage) etwas wellenförmig gebogenen

Fäden (Tab. XXI. fig. I, V, A), welche durchſchnittlich $^1/_{200}$ bis $^1/_{300}$‴ meſſen und immer getrennt verlaufen, ohne je zu anaſtomoſiren. Dies ſind die Primitivfaſern der Nerven. Sind dieſelben möglichſt unverändert, ſo ſieht man jede Primitivfaſer am Rande von einer doppelten Contur eingefaßt, welche man als den optiſchen Ausdruck einer durchſichtigen Hülle oder Membran betrachten kann. Der Mittelraum iſt ganz durchſichtig. Bei einiger Veränderung z. B. durch Druck, Imbibition von Waſſer oder dergl., verändert ſich das Anſehen. In dem mittleren hellen Raume bilden ſich körnige, krümelige Maſſen, welche ſich auch durch Druck an dem durchſchnittenen Ende einer Primitivfaſer herausdrängen (Tab. XXI. fig. I. A rechts). Aehnliche, ſchwer deutlich zu erkennende Veränderungen ſieht man auch an den ſeitlichen, aus doppelten Linien gebildeten Einfaſſungen (fig. V. A eine der ſo veränderten Primitivfaſern.) Um den Verlauf der Primitivfaſern in den Nerven in ihrer normalen Lage zu ſehen, nimmt man am beſten einen dünnen platten Muskel eines kleinen Thieres, z. B. den Augenmuskel eines Hausſperlings (Tab. XXI. fig. IV), den man ſchwach zwiſchen zwei Glasplatten preßt. Hier ſieht man im Mittelſtamm, der dem bloßen Auge nur als feiner Faden erſcheint, eine große Anzahl Primitivfaſern übereinander liegen, ohne ganz parallel zu laufen, indem einige mehr von links nach rechts, andere von unten nach oben treten und ſo zuſammen vorwärts gehen. Sie decken ſich einander ſo, daß man ihre Struktur nicht genau erkennen kann. Gehen dünnere Queräſte ab (fig. IV), ſo ſieht man die Struktur der parallel verlaufenden Primitivfaſern ähnlich als wenn ſie künſtlich iſolirt ſind. Oefters gelingt es, friſche Primitivfaſern ſo zu zerreißen, daß blos der breitere, hellere Mitteltheil verbunden bleibt, während die Einfaſſungslinien der Quere nach abreißen; dann iſt der Mitteltheil von einer ſehr feinen Contur eingefaßt. Aus allem kann man ſchließen, daß jede Primitivfaſer aus einem hellen Inhalt und aus einer durchſichtigen Scheide beſteht, welche jenen röhrenartig umfaßt. Die doppelten Conturen an jedem Rande ſind der optiſche Ausdruck der inneren und äußeren Wand dieſer Röhre [2]). Andere nehmen eine größere Zuſammenſetzung an [3]). Ja man ſpricht ſelbſt von einem Flimmerepithelium an der inneren Seite der Scheide [4]).

1) Die Nervenſubſtanz, beſonders der Centraltheile, verändert ſich am allerſchnellſten. Daher muß man dieſelbe ganz friſch, z. B. an Nerven nach Amputationen, oder bei eben getödteten Thieren unterſuchen, Waſſer und Druck aber ſo viel als möglich vermeiden. Selbſt Eiweiß und Blutwaſſer ſind nicht ganz unſchädlich. Als Bedeckungsplättchen empfehle ich die äußerſt dünnen, parallelen Glasplättchen, welche Oberhäuſer in Paris liefert. — 2) In manchen Fällen ſieht man bei ganz friſchen, in ihrer natürlichen Lage unterſuchten Nerven nicht einmal die doppelten Conturen und es ſcheint, als wenn die Primitivfibrillen aus homogener Subſtanz gebildet wären, ſo ſah ich es beim Hörnerven. Ic. phys. Tab. XXI. fig. VII. Tab. XXIX. fig. XIV. — 3) Ueber die variirenden Meinungen vergleiche: Bruns a. a. O. S. 143, und Köſtlin, Die mikroſkopiſchen Forſchungen im

Gebiete der menſchlichen Phyſiologie. Stuttg. 1840. S. 7. Andere, wie z. B. Valentin in Sömmerring's Anatomie, neue Aufl. Bd. IV. S. 4. unterſcheiden neuerlich an jeder friſch unterſuchten peripheriſchen Primitivfaſer drei Theile. 1) Die äußere Scheide oder die Zellgewebsſcheide (vagina externa s. cellulosa), aus nebeneinander liegenden Zellgewebsfaſern gebildet, welche meiſt der Länge der Primitivfaſer nach verlaufen, ſich bei vollſtändiger Iſolirung der Nervenprimitivfaſer oft von ihr gänzlich lostrennen und ſo dem Blicke entgehen. 2) Die Begrenzungshaut oder die innere Scheide (vagina interna), ein ſehr zartes, den Nerveninhalt zunächſt umſchließendes Häutchen, welches ſich häufig ſcheinbar ganz gleichartig darſtellt, unter günſtigen Verhältniſſen, bei Beſchattung und bei Lampenlicht, ſich aus Faſern gebildet zeigt. Es ſoll den Anſchein haben, als liefen zwei einander kreuzende Faſerformationen ſchraubenförmig um das Rohr herum. 3) Der Nerveninhalt (contentum nervorum s. fibrarum nervosarum), friſch und ohne alles Zuthun unterſucht, erſcheint gleichartig, hell, opalartig milchweiß und mit ſcharfen, von dem übrigen Inhalt nicht weſentlich abweichenden Rändern. Dieſer Inhalt wird ſehr leicht ſowohl von ſelbſt nach dem Tode, als nach einwirkenden Reagentien verändert. Seine Metamorphoſen beſtehen darin, daß er ſich trübt, gerinnt, feſter wird, Granulationen, Faltungen, krümelige Bruchſtücke, Körnchen u. ſ. f. darbietet — Gerinnung des Nerveninhalts (coagulatio contenti nervorum). Bruns betrachtet blos die äußere Begrenzungslinie als optiſchen Ausdruck einer ſehr dünnen, durchſichtigen Scheide, während ich mit Ehrenberg die innere ſchwächere Begrenzungslinie als innere Wandung der ziemlich dicken Primitivröhren anſehe. — Daß die Hüllen ſo zuſammengeſetzt gezeichnet ſeyn ſollen, wie Valentin angiebt, konnte ich durchaus nicht mit irgend einiger Beſtimmtheit wahrnehmen. Krauſe giebt eine mit meinen Beobachtungen übereinſtimmende Beſchreibung a. a. O. S. 50. — 3) Remak ſpricht zuerſt l. c. p. 32. von einer Flimmerbewegung, die er innerhalb einer Primitivröhre geſehen haben will. Bewegungen ähnlicher Art will auch Gerber wahrgenommen haben, Handb. d. allg. Anat. S. 153. Nach Valentin wurden dieſe Bewegungen, welche vielleicht auf die Anweſenheit eines Flimmerepitheliums deuten, in einzelnen Fällen auf der Innenfläche der Begrenzungshaut der noch warmen, iſolirten Primitivfaſern geſehen, jedoch nur bei Lampenlicht. Valentin giebt ſelbſt an, daß die Thatſache äußerſt zweifelhaft und durch unſre gegenwärtigen Mikroſkope kaum entſcheidbar, am wenigſten aber zu Schlußfolgerungen zu benutzen ſeyen. Dieſe Anſichten und Zweifel theile ich nun im vollſten Maaß. Ich habe hierauf ein beſonderes Augenmerk gerichtet und mittelſt der verſchiedenſten Inſtrumente auch bei einer 1200maligen noch klaren Vergrößerung und unter Anwendung des Dujardin'ſchen Apparats, durchaus nichts der Art wahrgenommen, mit Ausnahme jener bekannten optiſchen Flimmererſcheinungen, die man in allen Geweben hervorrufen kann.

§. 231.

Dieſe Primitivröhren oder Primitivfaſern der peripheriſchen Nerven verhalten ſich im ganzen Nervenſyſtem unter geringen Modifikationen gleich. Ausgenommen ſind jedoch der erſte und zweite Hirnnerv [1]). Im Hörnerven (Tab. XXI. fig. VII. und Tab. XXIX. fig. XIV.) ſind ſie etwas feiner [2]). Eben ſo erſcheinen ſie ziemlich allgemein etwas feiner da wo ſie Ganglien durchſetzen (XXI. fig. V. B. fig. IX.). Sonſt verlaufen ſie in der ganzen Peripherie des Körpers, ohne je zu anaſtomoſiren. Sie haben eine centrale und peripheriſche Endigung. Im erſteren Fall, nämlich da wo ſie durch die Nervenwurzeln in das Gehirn und Rückenmark treten, gehen ſie unmittelbar in die weißen Markfaſern der Centraltheile

über und ſie verfeinern ſich dabei um das Doppelte oder Dreifache und verändern ihr Anſehen merklich. Die Primitivfaſern des Gehirns, Rückenmarks, dann des Riech- und Hörnerven (Tab. XXI. fig. I. B. fig. II. A. fig. III. A. fig. VI. B.) ſind zuweilen ſo fein, daß ſie nur $^1/_{1000}$ Linie meſſen, öfters aber auch ſtärker, bis zu $^1/_{400}$ und $^1/_{500}$ Linie, neben und übereinander laufend gefunden werden. Sie ſind hier ganz friſch unterſucht größtentheils cylindriſch, zum Theil aber auch knotig oder varikös, d. h. von Zeit zu Zeit rundliche oder ovale Anſchwellungen bildend (ſ. d. Abbildungen). Ob dieſe Varikoſität nur zufällig iſt, oder einzelnen Primitivfaſern im lebenden Zuſtande wirklich eigenthümlich iſt, iſt zweifelhaft [3]. So viel iſt gewiß, daß die Varikoſitäten häufig unter den Augen des Beobachters entſtehen und nicht ſelten größtentheils Kunſtprodukte in Folge der angewendeten Unterſuchungsmethode ſind [4]. Immer aber iſt es eine Eigenthümlichkeit der Primitivfaſern der Centraltheile, daß ſie viel leichter varikös werden, als die peripheriſchen Fibrillen, und es ſcheint dies durch ihre Struktur bedingt zu werden. Ihre Scheide iſt nämlich viel dünner, obwohl auch meiſt durch eine doppelte Contur unterſcheidbar. Auch ſcheint Hülle und Inhalt viel inniger verbunden, ja in vielen Fällen nicht trennbar, ſo daß der Gegenſatz zwiſchen Hülle und Inhalt wegfällt [5]. Dieſe feinen Primitivfaſern verlaufen in den Centraltheilen ſo vielfach durcheinander, daß man ſie nicht bis zu den Nervenwurzeln und an die Peripherie ſo weit verfolgen kann, um mit Sicherheit anzugeben, ob ſie nie anaſtomoſiren. Doch ſcheint es, daß ſie ſich niemals theilen und ſo wenig ineinander übergehen, als in den peripheriſchen Nerven. Dieſe feinen Primitivfaſern erweitern ſich aber unmittelbar bei den Eintrittsſtellen in die aus dem Gehirn und Rückenmarke eintretenden Nerven.

1) Die Primitivfaſern des Riech- und Sehnerven kommen, wie ſchon Ehrenberg nachwies, mit den Primitivfaſern des Gehirns überein, ja gehören zu den allerfeinſten. — 2) Im Hörnerven ſind die Primitivfaſern viel dicker, als in den genannten Nerven, und kommen in ihrer Struktur den peripheriſchen Nervenfaſern nahe, doch iſt die Hülle zarter. Vrgl. die Anm. 2 zu §. 230. — 3) Ehrenberg hielt die Varikoſität für charakteriſtiſch und den betreffenden Faſern eigenthümlich. Neuerdings macht ſich immer allgemeiner die Meinung geltend, daß die Primitivfaſern des Gehirns und Rückenmarks ebenfalls von Natur cylindriſch ſind. — 4) Am leichteſten entſteht die Varikoſität durch Imbibition von Waſſer. Am beſten finde ich (wie auch Bruns S. 147. angiebt) zur Unterſuchung der Markſubſtanz und der Primitivfaſern Lamellen, wie die Markſegel, die Valvula cerebelli bei Kaninchen und Vögeln, die man einfach auf die Glasplatte legt und ſchwach comprimirt. E. H. Weber ſtellt die cylindriſchen Primitivfaſern dar, indem er ein Stückchen Gehirnſubſtanz mit Eiweiß bedeckt, durch feine gekrümmte Nadeln, die am andern Ende mit Wachs befeſtigt werden, auseinanderzieht und ſo die Fibrillen ſpannt. — 5) So erſcheint es mir, obwohl die meiſten Beobachter, ſo auch neuerlich Remak in Müller's Archiv. 1841. S. 512 annehmen, daß alle Primitivröhren in den verſchiedenen Theilen des Nervenſyſtems gleichgebildet ſeyen und aus jenen oben genannten 3 Elementen beſtünden: aus der blaſſen Scheide (dem Ueberreſt der Zellenmembran), der dicken dunklen

Medullarſcheide und der blaſſen Centralfaſer. Auch Bruns beſtreitet die Anweſenheit einer eignen zellgewebigen Scheide im centralen Theile des Nervenſyſtems.

Endigung der Primitivfaſern.

§. 232.

Eine ſehr wichtige Frage bei den Primitivfaſern iſt die, wie ſie ſich endigen. Wenn überhaupt ſchwierig verfolgbar, iſt doch die Endigung in der Peripherie viel leichter darzuſtellen, als im Centrum. Die Primitivfaſern, zu Bündeln und Strängen vereinigt und mit zellgewebigen Hüllen (Neurilem) umgeben, dringen durch alle Organe bis nahe an deren periphèriſcher Begrenzung, wo ſie von Epithelial- oder epidermatiſchen Gebilden bedeckt ſind. Hier an der Peripherie treten die Bündel der Primitivfaſern auseinander und bilden Geflechte oder ſogenannte Endplexus und zuletzt gehen je zwei Primitivfaſern bogenförmig ineinander über und bilden Endſchlingen, die in verſchiedenen Gebilden enger oder weiter ſind (vrgl. Tab. XXI. fig. VII. VIII. Tab. XXIX. fig. XIV. B. C.)[1]. Ueberall wo ſich die Primitivfaſern klar bis ans Ende verfolgen laſſen, hat man dieſe Endigung in Schlingen wahrgenommen und ſie ſcheint allgemein, auch in den Sinnesorganen ſtattzufinden[2]), mit alleiniger Ausnahme des Riech- und Sehnerven, in deren periphèriſcher Ausbreitung Schlingenbildungen nicht wahrnehmbar ſind, ohne daß man bis jetzt eine andere Endigungsweiſe angeben kann[3]). Bei weitem ſchwieriger iſt die Verfolgung der Primitivfaſern bis zu den Centraltheilen. Ob ſie ſich hier auf der Oberfläche des Gehirns auch wieder ſchlingenförmig umbiegen, wie es nach einigen Beobachtungen (Tab. XXI. fig. VI) der Fall zu ſeyn ſcheint, dürfte gegenwärtig kaum mit Sicherheit auszumitteln ſeyn.[4])

1) Weitere, detaillirte, ſehr gute Abbildungen finden ſich in der angeführten Abhandlung von Valentin, Nov. act. Acad. Schon Prévoſt und Dumas ſprechen von ſchlingenförmigen Endigungen. Klar erkannt wurden ſie von Valentin, Emmert, Burdach, Gerber u. A. in den Muskeln, der Haut und andern Gebilden. Ueberall wo ich ſcharf beobachten konnte, fand ich dieſe ſchlingenförmigen Endigungen. — 2) Wer zuerſt die Endigungen aufſucht, dem rathe ich beſonders das Gehörorgan, namentlich die Ampullen der Wirbelthiere, welche bei den Fiſchen am leichteſten darzuſtellen ſind, zu wählen. — 3) Valentin will zwar auch in der Retina ſchlingenförmige Endigungen der Primitivfaſern wahrgenommen haben, was jedoch Andern und mir nie gelang. Eben ſo bezweifle ich aber auch die Anſchwellung in Nervenpapillen. Vrgl. ſpäter die Sinnesorgane. — 4) Valentin nimmt auch ſchlingenförmige Endigungen in der Peripherie des Gehirns an und bildet ſie ab a. a. O. Mir iſt es bei der größten Mühe nie gelungen, mich hiervon ſicher zu überzeugen, obwohl ich einigemale an den Vierhügeln der Taube die Primitivfaſern in Schlingen zwiſchen den Ganglienkörpern liegen zu ſehen glaubte. Nach Remak's neueſten Unterſuchungen ſind die Hemiſphären des großen Gehirns im Menſchen mit einer ſehr dünnen Schicht weißer Subſtanz belegt. Dieſe beſteht aus ſehr feinen Primitivröhren, welche an der Oberfläche der Wandungen horizontal verlaufen und

ſich in den verſchiedenſten Richtungen kreuzen. Ob ſie ſtellenweiſe in perpendikulärer Richtung in die graue Subſtanz eindringen oder gar mit deren Elementen zuſammenhängen, konnte Remak nicht entſcheiden. Müller's Archiv f. 1841. S. 508.

Ganglienkörper.

§. 233.

Außer der eben beſchriebenen Röhren- oder Primitivfaſerformation giebt es ein zweites allgemeines Elementargebilde des Nervenſyſtems, dies ſind die Ganglienkugeln, Nervenkugeln, am beſten wohl Ganglienzellen oder Ganglienkörper genannt[1]). Dieſe finden ſich im Gehirn, im Rückenmark, in den Ganglien, auch hie und da in einzelnen Nerven. Ueberall beſteht die ſogenannte graue Subſtanz an der Oberfläche, oder im Innern der Centraltheile aus Anhäufungen ſolcher Ganglienkörper, welche an verſchiedenen Stellen vom Röhrenſyſtem durchſetzt werden. Je mehr Primitivfaſern ſich zwiſchen den Ganglienkörpern finden, um ſo mehr wird die graue Farbe modifizirt, erſcheint weißlichgrau oder zieht ins Gelbliche. Die Ganglienkörper ſind zum Theil, beſonders im Gehirn und Rückenmark, viel zarter und leichter zerſtörbar, als die Primitivfaſern. Um ſie wahrzunehmen, unterſucht man zuerſt am beſten das Ganglion Gasseri z. B. am Kaninchen oder ein Ganglion thoracicum aus einem kleinen Vogel (Tab. XXI. fig. V. B. *, fig. VI. *)[2]). Sie erſcheinen hier meiſt als kugelfömige oder ovale, dunkle granulirte Körper, welche inwendig einen hellen, bläschenartigen Kern und in demſelben ein Kernkörperchen zeigen[3]). Ihre Subſtanz beſteht aus ſehr feinen Molekeln, welche durch eine halbflüſſige, amorphe, zähe Subſtanz verbunden zu werden ſcheinen. Ob ſie eine zarte, feine, eigenthümliche Hülle haben, iſt zweifelhaft. Meiſt wird aber jeder Ganglienkörper von einer zellgewebigen Kapſel oder Scheide eingehüllt. Es ſind nämlich ſehr feine, grauliche oder röthliche, mit Kernen verſehene Zellgewebsfaſern, welche zu einer wahren Kapſel zuſammengewebt ſind, aus welcher aber die Ganglienkugeln ſehr leicht herausfallen. Manchmal, wie z. B. am Halstheile des ſympathiſchen Nerven (Tab. XXI. fig. IX. A und B) iſt die zellgewebige Scheide ſo ſtark entwickelt, daß die Ganglienkörper (A, a, a) wie in ein eignes Lager eingebettet erſcheinen, das von einzelnen, dadurch getrennt verlaufenden Primitivfaſern (B, a, a) durchſetzt wird. Dieſe mit Kernen verſehenen Zellgewebsfaſern hat man, wohl fälſchlich, als ein eignes, drittes Elementargebilde des Nervenſyſtems betrachtet und mit dem Namen der organiſchen Faſern (da ſie am häufigſten im ſympathiſchen Nerven und deſſen Ganglien vorkommen), oder der Knötchenfibrillen (Fibrillae nodulosae) belegt[4]). Die Ganglienkörper zeigen übrigens zahlreiche Verſchiedenheiten in Bezug auf Form, Größe, Lagerung und Struktur ihrer weiteren Elemente. Ueberaus zart und höchſt leicht zerſtörbar ſind ſie in den

Centraltheilen. Hier fehlt die zellgewebige Scheide völlig und die feinkörnige Subſtanz, ſo wie der helle Kern iſt ſo leicht zerfließlich, daß man in der Regel nur eine gleichmäßige, feinkörnige Maſſe vor ſich zu haben glaubt [4]). Ihrer äußeren Form nach ſind ſie ſowohl in den Centraltheilen, als in den peripheriſchen Ganglien meiſt kugelförmig oder oval, öfters aber auch länglich, wurſtförmig, viereckig, tetraedriſch, mit Fortſätzen verſehen, häufig wie Räucherkerzchen ausſehend, ſelten zwei durch eine Brücke verbunden (vrgl. Tab. XXI. fig. II. A. B. a). Der Kern iſt ſtets hell, rundlich oder länglich, einfach, das Kernkörperchen ſehr klein [5]). Dem äußeren Anſehen nach haben dieſe Ganglienkörper eine überraſchende Aehnlichkeit mit den primitiven Eiern und ſind nach dem Schema der Zellenbildung geformt, obwohl ſie durchaus mehr den Charakter ſolider Körper, als von wahren Zellen mit flüſſigem Inhalt haben.

1) Die Kenntniß dieſer merkwürdigen Gebilde verdankt man erſt der neueſten Zeit. Ehrenberg hat ſie zwar ſchon gekannt und gezeichnet, aber Valentin gebührt das Verdienſt, dieſelben als eigenthümliches, durchgreifendes Elementargebilde der Nervenſubſtanz nachgewieſen zu haben. Er nannte ſie zuerſt Nervenkörper (corpuscula nervea), Belegungskörper (globuli nervosi nucleati) und bringt ſie in ſeiner neueſten Schrift (bei Sömmerring S. 8 u. f.) in zwei Hauptgruppen: Nervenkörper des peripheriſchen Nervenſyſtems oder Ganglienkörper und Ganglienkugeln, und in centrale Nervenkörper oder centrale gekernte Kugeln oder centrale Belegungskugeln. — 2) Man muß bei der Unterſuchung der Ganglienkörper ſehr vorſichtig verfahren. Oft gelingt es aber bei ſchwachem Druck unter dem Compreſſorium in einem kleinen Ganglion (Tab. XXI. fig. III. C. fig. V. B.) die Ganglienkugeln, umgeben von den durchſetzenden und plexusbildenden Primitivfaſern (fig. VI. A) in ihrer natürlichen Lage wahrzunehmen; durch Aufſchlitzen und Zerren mit Nadeln oder einem Staarmeſſer kann man leicht die Ganglienkörper aus ihren Scheiden löſen und iſolirt betrachten. — 3) Die hellen Kerne und Kernkörperchen ſind ſehr klein und in der Abbildung fig. V. etwas zu groß gerathen. Die Ganglienkugeln ſind von ſehr verſchiedener Größe, zwiſchen $^1/_{50}$ und $^1/_{100}$ Linie, die hellen Kerne meſſen $^1/_{200}$ bis $^1/_{300}$ Linie. — 4) Die Deutung der Zellgewebsfaſern als organiſche Faſern, als ein eignes Syſtem von Gebilden, den ſenſitiven und motoriſchen Faſern parallel gehend und für den vegetativen Lebensprozeß beſtimmt, ging von Remak aus. *Remak* Observationes anat. 1838. J. Müller nahm ſie an und Krauſe beſchreibt ſie unter dem Namen Knötchenfibrillen. Valentin, Bruns u. A. verwerfen dieſe Anſicht, vrgl. die ausführliche Kritik von Valentin in Müller's Archiv f. 1839. S. 139 und deſſen Repertorium Bd. III. S. 76. V. S. 79, ſowie Bruns a. a. O. S. 149. Den daſelbſt ausgeſprochenen Gründen trete ich vollkommen bei. — 5) Remak und Valentin haben zuweilen zwei Kerne in einem Ganglienkörper geſehen; noch ſeltner fanden beide zwei Ganglienkugeln durch Kommiſſuren verbunden. Beides ſah ich nie.

§. 234.

Als Trennungs- und Verbindungsgebilde der einzelnen Elemente des Nervenſyſtems dient das Zellgewebe. Es tritt daſſelbe bald mehr bald weniger reichlich als Iſolator der Primitivfaſern und Ganglienkugeln auf und dient zugleich als Bett für die Blutgefäße der Nerven, welche in

ziemlicher Menge und feiner Kapillarveräſtelung die Ganglienkörper und Primitivröhren in größeren Maſſen umſpinnen, auf ähnliche Weiſe, wie es früher bei den Drüſen (§. 198) beſchrieben wurde. Nicht ſelten finden ſich Pigmentablagerungen in den Scheiden der Ganglienkugeln, welche dann zu der dunkleren Färbung mancher Ganglien das ihrige beitragen.

Chemiſche Konſtitution der Nervenſubſtanz.

§. 235.

Von ſehr untergeordnetem Werthe für die Phyſiologie des Nervenſyſtems, und in der That ohne alle Anhaltspunkte für die Funktion deſſelben, iſt die chemiſche Zuſammenſetzung der Nervenſubſtanz, die wir nur der Vollſtändigkeit halber aufführen. Die Hauptbeſtandtheile des Gehirns und Rückenmarks ſind Eiweiß und mehrere phosphorhaltige Fettarten; außer dem Choleſterin wurden von dem neueſten Unterſucher noch vier verſchiedene Fettarten aufgeführt. Außerdem iſt das Gehirn ſehr reich an Waſſer (etwa 80 Procent) und hat in ſeiner chemiſchen Zuſammenſetzung mehr mit einer Emulſion, als mit etwas Anderm, Aehnlichkeit.

Vrgl. die ausführliche Zuſammenſtellung bei Berzelius Lehrb. d. Chemie. 4te Aufl. Bd. IX. S. 170 u. f. Die erſte ausführliche Analyſe ſtellte Vauquelin an; er fand, daß das Gehirn aus Albumin im unkoagulirten Zuſtande und aus zwei Fettarten, einer flüſſigen und feſten, beſtehe, welche beide Phosphor enthielten. Couërbe beſchrieb die einzelnen Fettarten genauer, es ſind: das gewöhnliche Gallenfett (Choleſterin), Cerebrot, Eleencephol, Cephalot und Stearoconot. Dieſe Angaben von Couërbe ſind aber nach der Behauptung deutſcher Chemiker, wie Wöhler u. A., durchaus unzuverläſſig.

Zweites Kapitel.

Allgemeine Phyſik der Nerven.

Ueber das wirkſame Prinzip in den Nerven.

§. 236.

Was das eigentliche wirkſam thätige Element im Nervenſyſtem iſt, wiſſen wir nicht. Die Frage iſt jedoch vor der Hand ganz gleichgültig und wir berühren ſie nur, um für daſſelbe einen beſtimmten Namen und Ausdruck zu bekommen. Wir nennen dieſes unbekannte Element: Nervenagens. Früher hat man ſehr allgemein angenommen, daß dieſes Agens mit der Elektrizität eins und daſſelbe ſey, und auch neuerdings taucht dieſe Anſicht wieder auf [1]). Dieſe Anſicht läßt ſich aber durch Verſuche auf das beſtimm-

teſte widerlegen und die Nerven ſind eben Leiter der Elektrizität, wie alle andern feuchten thieriſchen Theile, nicht mehr und nicht weniger. Wir betrachten das Nervenagens als ein eigenthümliches thieriſches Urphänomen, als eine Thätigkeit sui generis. Ob es ein dynamiſches Prinzip, oder eine Kraft iſt, wie Einige annehmen und als Nervenkraft aufführen, oder ob es ein feines ſtoffiges Element iſt, den Imponderabilien: Licht, Wärme, Elektrizität, Magnetismus, vergleichbar, iſt unbekannt.[2]). Es iſt übrigens für die Analyſe der Erſcheinungen, mit der wir es, um auf ſicherem Boden anzufangen, hier allein zu thun haben, bis jetzt gleichgültig, gerade wie es lange zur Darſtellung der Phänomene und Geſetze der Optik gleichgültig war, ob man die Emanations- oder Undulationstheorie annahm. Eben ſo wenig ſtehen die Seelenerſcheinungen in unmittelbarem Zuſammenhange mit dem Nervenagens[3]).

1) Die Identität von Nervenagens und Elektrizität hat wohl in neueren Zeiten Niemand mehr ernſtlich behauptet. Um ſo auffallender ſind die neueren Anſichten von Faraday. Er nimmt an, daß die Nerventhätigkeit ſolchen Kräften, wie Wärme, Elektrizität und Magnetismus, nicht blos in gewiſſem Grade analog ſey (was in mancher Hinſicht zugegeben werden kann), ſondern er hält das Agens im Nervenſyſtem für eine unorganiſche Kraft, obwohl „er ſich durch Thatſachen bis jetzt noch nicht habe überzeugen können, daß die Nervenflüſſigkeit nur Elektrizität ſey". Vrgl. die im Uebrigen höchſt beachtenswerthen Verſuche über die elektriſchen Erſcheinungen des Zitteraals. Philos. transact. 1839. P. I. Poggendorff's Annalen. Ergänzungsbd. I. S. 3. 1840. — 2) Ich habe hier auch den Ausdruck Nervenfluidum vermieden, um die ganz hypothetiſche, von einigen Gelehrten aufgeſtellte Anſicht auszuſchließen, als zirkulire eine Art Nervenflüſſigkeit in den Primitivröhren, welche durch die oben berührte, aller reellen Grundlage entbehrende Behauptung von Flimmerbewegung in dieſen Gebilden, ſcheinbar eine neue Stütze erhielt. — 3) Ueber die gänzliche Verſchiedenheit der Seele von der Nervenkraft vrgl. die anziehende Schrift von Schroeder van der Kolk über den Unterſchied zwiſchen todten Naturkräften, Lebenskräften und Seele, Bonn, 1836. S. die allgemeine Phyſiologie über dieſen Gegenſtand weiter.

Allgemeine Funktionen der Nerven.

§. 237.

Der Centraltheil des Nervenſyſtems ſind Gehirn und Rückenmark, zugleich der Mittelpunkt des Nervenagens und der Sitz aller geiſtigen Thätigkeiten. Die Nerven ſind leitende Organe, welche das Gehirn mit allen Theilen im Körper in Verbindung bringen. Die Summe aller Primitivfaſern, welche in den ſämmtlichen Nerven enthalten ſind, treten aus dem Gehirn und Rückenmark aus und kehren durch die peripheriſchen Umbiegungsſchlingen zum Rückenmark und Gehirn zurück. Das Rückenmark iſt, wie wir ſpäter ſehen werden, ſowohl Central- als Leitungsorgan. Im geſammten Nervenſyſtem findet eine doppelte Leitung oder Strömung des Nervenagens ſtatt: 1) von den peripheriſchen Organen zum Gehirn. Dieſe Leitung wird durch eigne Primitivfaſern bewerk-

ſtelligt, welche man mit dem Namen der Empfindungsfaſern (fibrae nerveae sensitivae) bezeichnet; ſie pflanzen einen Eindruck, den ſie an ihrem peripheriſchen Ende empfangen haben, zum Gehirn fort und erregen hier die Vorſtellung oder das Bewußtwerden des empfangenen Eindrucks. Sie vermitteln daher die Senſibilität. Die in den Hirnnerven enthaltenen ſenſiblen Faſern treten durch die Nervenwurzeln unmittelbar in das Gehirn ein. Die in das Rückenmark eintretenden ſenſiblen Faſern ſammeln ſich in den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven und verlaufen in den hinteren Rückenmarksſträngen zum verlängerten Mark. 2) Die Leitung erfolgt vom Centrum zur Peripherie, dies geſchieht durch die motoriſchen oder Bewegungsfaſern; ſie gehen zu den Muskeln, ſind Leiter des Willens und vermitteln die Bewegung überhaupt. Sie ſammeln ſich in den vorderen Strängen des Rückenmarks, indem ſie durch die vorderen Nervenwurzeln eintreten. — Als eine dritte Hauptart von Nervenfaſern hat man bisher die im Ganglienſyſtem oder im ſympathiſchen Nerven enthaltenen Faſern betrachtet. Sie ſollten ein eignes Syſtem bilden, welches dem Einfluß des Cerebroſpinalſyſtems größtentheils entzogen, das für die organiſchen oder vegetativen Funktionen nothwendige Nervenagens zu den Organen der Ernährung und Zeugung leite. Bei genauerer Analyſe der hieher gehörigen Phänomene ergiebt ſich aber aus anatomiſchen und phyſiologiſchen Gründen, daß im ſympathiſchen Nerven eben ſo gut Empfindungs- wie Bewegungsfaſern enthalten ſind und daß dieſe auch in das Gehirn und Rückenmark ein- und austreten. Die vermittelten Empfindungen und Bewegungen erleiden nur gewiſſe Modifikationen, welche weiter unten näher unterſucht werden ſollen. Zwiſchen Empfindungs- und Bewegungsfaſern iſt bis jetzt kein anatomiſch nachweisbarer Unterſchied aufgefunden worden, daher dieſelben nur auf dem Wege des Verſuchs erkannt werden können.

Ueber die Nothwendigkeit oder Verwerflichkeit dieſer nur vorläufigen Annahme vrgl. den vierten Abſchnitt.

§. 238.

In einzelnen, ja vielleicht in allen Nerven, mit Ausnahme der Sinnesnerven, ſind Empfindungs- und Bewegungsfaſern durcheinander gemengt. Es ſind mithin die einzelnen Nerven und deren Verzweigungen nur als die Bahnen der Primitivfaſern von verſchiedener Funktion zu betrachten, in welchen dieſelben zu den Organen gelangen. Immer aber ſind, wie aus der mikroſkopiſchen Analyſe hervorgeht, die einzelnen Primitivfaſern von einander abgeſondert, verſchmelzen nicht zuſammen und jede einzelne Primitivfaſer verläuft vom Gehirn bis zum fernſten Körperende getrennt. Ob ſich an der Peripherie Faſern von einerlei Bedeutung, oder von heterogener Natur, d. h. Empfindungs- mit Bewegungsfaſern zu Schlingen verbinden, iſt unbekannt. Wahrſcheinlich aber verbinden ſich nur Faſern von gleicher

Funktion [1]). Wie wir eben geſehen haben, iſt die Strömung des Nervenagens in den Empfindungsnerven centripetal, in den Bewegungsnerven centrifugal. Daher iſt es erklärlich, daß der Eindruck, den ein Empfindungsnerve an der Peripherie erhält, nur dann wahrgenommen wird, ſo lange derſelbe in continuirlichem Zuſammenhange mit Gehirn und Rückenmark ſich befindet. Reize aller Art bewirken daher in dieſem Falle Empfindung. Auf Bewegungs- oder Muskelnerven applicirt, bewirken jedoch Reize Zuſammenziehungen derjenigen Muskeln, zu welchen der Nerve geht. Dieſe Wirkung erfolgt in beiden Fällen, ob die gereizten Nerven mit dem Gehirne und Rückenmark in kontinuirlicher Verbindung ſtehen oder ob ſie davon abgetrennt ſind. Natürlich aber muß der Nerve in einer kontinuirlichen Verbindung mit dem Theile ſtehen, zu dem er verläuft.

1) Die anatomiſche Thatſache, daß die Primitivfaſern an der Peripherie Schlingen bilden, giebt bis jetzt noch durchaus keinen brauchbaren Anhaltspunkt für die lebendige Reaktion der Faſern. Man bewegt ſich hier lediglich im Felde der Hypotheſe. Nach Carus käme die Leitung in dieſen Anaſtomoſen in der Richtung des Kreislaufs zu Stande und je eine motoriſche Faſer ſoll an der Peripherie in eine ſenſible übergehen. Volkmann hat die Gründe auseinander geſetzt, warum es wahrſcheinlicher iſt, daß nur ſenſible und motoriſche Faſern unter einander Schlingen bilden. Vergl. Carus in Müller's Archiv f. 1839 S. 366 und Volkmann ebendaſ. 1840. S. 521. — Der wahrſcheinlichſte Grund, daß nur ſenſible Faſern unter einander Schlingen bilden, iſt die Thatſache, daß dieſelben im Gehörnerven vorkommen (ſ. §. 232). Auch in der Haut und in den Muskeln ſind Schlingenbildungen leicht zu beobachten und man könnte anführen, daß dort blos Empfindungs-, hier blos Bewegungsfaſern anaſtomoſiren, wenn nicht die Haut einige vom Nervenſyſtem abhängige Contraktilität (Gänſehaut), und die Muskeln einige Empfindung (oft ſehr ſtark, wie im Krampfe) beſäßen.

Regeneration der Nerven.

§. 239.

Durch Trennung der Nerven wird, wie wir eben geſehen haben, die Leitung des Nervenagens in der entſprechenden Richtung aufgehoben. Wird ein gemiſchter Nerve durchſchnitten, ſo wird nur der am durchſchnittenen, mit dem Centraltheile in Verbindung ſtehenden Ende empfangene Eindruck empfunden und der Wille wirkt nicht mehr auf die Theile, welche nur Fäden vom abgetrennten Nerven empfangen. Heilen aber beide Nervenenden wieder zuſammen, ſo tritt die frühere Leitungsfähigkeit wieder ein und die mikroſkopiſche Unterſuchung zeigt, daß in der Narbenmaſſe, welche ſich aus dem anfänglichen Exſudate bildet, wirkliche neue Primitivfaſern erzeugt werden, welche den normalen ganz gleichen. Der einzige Unterſchied iſt, daß die Primitivfaſern ſich nicht mehr in ſolcher Zahl bilden, daß ſie mehr verworren durch einander liegen und daß ſie durch größere Anhäufungen neugebildeter Zellgewebsfaſern und anderer Exſudatmaſſen ge-

trennt werden, hieraus erklärt ſich auch die größere Unvollkommenheit der Funktion, indem häufig weder Empfindung, noch Bewegung ſo vollſtändig erſcheinen, wie im früheren Zuſtande. Der Zeitraum, in welchem die Leitungsfähigkeit eintritt, iſt verſchieden.

Eine vollſtändige Ueberſicht über die bisher bekannten Thatſachen, mit zahlreichen eigenen Verſuchen, giebt Steinrück in ſeiner Inauguralabhandlung: De nervorum regeneratione. Berol. 1838. 4. c. tabb. Vergl. auch die beſtätigenden Verſuche von Naſſe. Müller's Archiv. 1839. S. 495 und Günther und Schön ebendaſ. 1840. S. 270. Bis jetzt iſt der Vorgang nur in den peripheriſchen Organen bekannt. Der Zeitraum bis zur völligen Regeneration iſt verſchieden, bald nur 4 Wochen, bald darüber. Aehnliche Heilungsvorgänge müſſen in den Centraltheilen ſtattfinden, wie ſich aus den Erſcheinungen bei der Hirn- und Rückenmarksapoplexie ergiebt, wo ſich auch die Funktion oft erſt ſehr ſpät und nur allmählig wieder herſtellt. In den Sinnesnerven erfolgt die Regeneration nur unvollkommen und die Funktion ſcheint ſich nicht mehr wiederherzuſtellen. Vergl. §. 246. Anm. 1.

Reizbarkeit der Nerven.

§. 240.

Von der größten Wichtigkeit iſt die Unterſuchung der Reizbarkeit der Nerven und der Natur der verſchiedenen Reize. Mittelſt einer genauen Kenntniß dieſer Verhältniſſe wird es möglich, die Funktion aller einzelnen Parthien des Nervenſyſtems kennen zu lernen und eine ausgedehnte Reihe empiriſcher Verſuche zu eröffnen, welche der Nervenphyſiologie ihre ſichere Grundlage geben. Die Reize ſind verſchiedener Art, laſſen ſich aber unter folgende allgemeine Abtheilungen bringen: 1) Mechaniſche Reize. Hierher gehören Druck, Stoß, Zerrung, Verletzung und Trennung der Primitivfaſern durch Stich und Schnitt. Durch alle dieſe Einflüſſe entſteht Empfindung, im höheren Maaße Schmerz, wenn z. B. ein Hautnerve verletzt wird. Die Sinnesnerven dagegen empfinden nicht Schmerz, ſondern beim Druck auf die Retina erfolgt Lichtempfindung, bei einem heftigen Schlag auf den Kopf, bei langem Fahren, wo der Hörnerve mechaniſch erſchüttert wird, erfolgt Summen, Sauſen im Ohr. Ein deutliches Beiſpiel, wie mechaniſche Irritirung unmittelbar auf einen Nervenſtamm wirkt, zeigt der Fall eines Stoßes auf den Nervus ulnaris, wo der Schmerz in der Hand und an allen den Theilen empfunden wird, wohin der Nerve Zweige ſchickt. Werden Muskelnerven gereizt, ſo erfolgen Zuckungen, welche ſo lange dauern, als der Reiz, in manchen Fällen (z. B. an den Gebilden, wo ſich der Nervus sympathicus verzweigt) aber auch länger anhalten. Iſt die Gewalt zu groß, ſo daß die Subſtanz des Nerven zerſtört wird, ſo wird ſowohl die Senſibilität als die Bewegungsfähigkeit aufgehoben. — 2) Chemiſche Reize. Alle ſcharfen, ätzenden Subſtanzen, wie Alkalien, viele Salze, Säuren u. ſ. w. wirken ganz ähnlich; ſie dürfen jedoch nicht in

ſo konzentrirter Form oder ſo großer Ausdehnung angewendet werden, daß die organiſche Subſtanz zerſtört wird. — 3) Temperatur=Reize. Im leichteren Grade wirken Wärme und Kälte auf die ſenſiblen Faſern, ohne in den Muskeln Kontraktionen zu erregen; im ſtärkeren Grade reizen ſie die Nerven heftig. Eiskaltes Waſſer, Brennen mit glühendem Eiſen bewirken eben ſo heftige Zuckungen in den Muskeln, als Schmerzen in den Empfindungsnerven. — 4) Elektriſche Reize rufen dieſelben Erſcheinungen hervor. Der Schlag, den man bei den Entladungen empfängt, iſt Folge der elektriſchen Reizung und der Ausdruck des die Muskelzuckung begleitenden Schmerzgefühls. Auf das Auge applicirte elektriſche Reize erregen Lichterſcheinungen. In ausgezeichnetem Grade wirkt die Elektrizität, beſonders die galvaniſche, auf die Muskelnerven. Die Muskelnerven ſind ſehr feine Elektrometer, welche durch Erregung von Zuckungen in den Muskeln die elektriſche Spannung heterogener Metalle bei der Berührung anzeigen. Die Zuckungen erfolgen im Momente des Schließens und dann wieder des Oeffnens der Kette; bei letzterer Aktion tritt jedoch nur ein geringerer Grad der Zuckung ein oder es erfolgt ſelbſt gar keine Reaktion. Während des Geſchloſſenſeyns der Kette hören alle Zuckungen auf. Einwirkung von Elektrizität in ſehr heftigem Grade, wie der Blitz, oder Schläge mit ſehr großen Elektriſirmaſchinen und galvaniſchen Batterien, wirken übrigens nicht als Reize, ſondern tödten Nervenſubſtanz und Nervenagens zugleich, wie allzuheftige Reize anderer Art [1]. — 5) Sogenannte innere organiſche, ferner pathologiſche Reize laſſen ſich in den meiſten Fällen in die Kategorie der genannten Reize bringen, ſind aber zum Theil eigenthümlich. Der Schmerz bei Entzündungen rührt wohl meiſt von dem mechaniſchen Druck der turgeſcirenden Gefäße auf die ſenſiblen Nervenfaſern her. Krämpfe auf Wurmreiz, auf Erkältungen und äußere Temperaturreize, laſſen ſich eben ſo erklären. Als pathologiſche Reize mehr organiſcher Natur müſſen die primären Nervenaktionen betrachtet werden, z. B. Froſt und Hitze beim Wechſelfieber, die Schmerzen bei reinen Neuralgien ohne mechaniſche oder andere Verletzung [2]. Ein mittlerer Grad von Reizung ſcheint durch die normale Blutcirkulation bedingt zu werden und zur regelmäßigen Aktion des Nervenſyſtems nothwendig zu ſeyn. Durch Blutentleerungen in reichlichem Maaße können allerlei Nervenerſcheinungen hervorgerufen werden, wie z. B. Fröſteln, Flimmern vor den Augen, Kopfſchmerz, in höherem Grade Ohnmachten, momentane, ſelbſt dauernde Blindheit, Aſphyrie und Lähmung der centralen Theile des Nervenſyſtems [3]).

1) Ausführlicheres über die elektriſchen Reize ſ. in A. v. Humboldt's Werke über die gereizte Muskel= und Nervenfaſer. 2 Thle. Berlin, 1797 u. 1799. — Joh. Müller im Encyklopädiſchen Wörterbuch der mediciniſchen Wiſſenſchaften und Handb. der Phyſiol. 3te Aufl. I. 621. — 2) Vergl. darüber die allgemeine und angewandte Phyſiologie. Als pathologiſches Hauptwerk, auf die neueſten Forſchungen in der Nervenphyſiologie baſirt, iſt zu betrachten: Romberg, Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menſchen. Ver=

lin, 1840. — 3) Ueber den Einfluß des Bluts auf das Nervenſyſtem vergl. die vortreffliche Schrift von *Marshall Hall* on Bloodletting. Ueber Blutentziehung, deutſch von Breßler. Berlin, 1837, in welcher die intereſſanteſten Beobachtungen und Experimente zuſammengeſtellt ſind.

§. 241.

Die Nerven können auf mehrfache Weiſe ihr Vermögen, gegen Reize zu reagiren, momentan oder für immer, verlieren, alſo in Verhältniſſe geſetzt werden, wo das Nervenagens aufhört zu wirken, ohne daß, wie bei mechaniſcher Quetſchung oder bei ätzenden chemiſchen Mitteln, die Subſtanz des Nerven zerſtört wird. Es iſt mithin eine Abſtumpfung der Reizbarkeit möglich, die ſich bis zum völligen Aufhören der Reaktion, alſo bis zur Lähmung ſteigern kann. Dies kann auf mehrfache Weiſe erfolgen: 1) Durch allzu anhaltende Erregung, alſo auf innere oder äußere fortwährend einwirkende Reize. So werden durch anhaltendes Galvaniſiren die Reaktionen eines Muskelnerven immer ſchwächer, bis ſie endlich ganz aufhören, und es bedarf der Nerve der Ruhe, wo dann allmälig das Nervenagens wieder thätig wird. Im gewöhnlichen Leben erfolgt eine ſolche Abſtumpfung der Reizbarkeit z. B. im Auge, im Gehör durch anhaltende Licht- oder Tonreize, im Gehirn durch allzuheftige Geiſtesanſtrengungen, im Rückenmark durch Ausſchweifungen in Folge zu häufiger Erregung der Nerven der Genitalien, in den Muskelbewegungen durch zu anhaltende Ausübung derſelben, wo große Ermüdung und Unfähigkeit zu neuen Bewegungen eintritt. In vielen Fällen ſteigert ſich hier zuerſt die Erregbarkeit (erhöhte Senſibilität), um dann um ſo ſchneller abgeſtumpft zu werden [1]). — 2) Durch längere Trennung der Muskelnerven vom Gehirn und Rückenmark verlieren die Muskelnerven ebenfalls ihre Eigenſchaft, auf Reize zu reagiren und Zuſammenziehungen in den Muskeln zu veranlaſſen. Dies kann man durch Verſuche nachweiſen, indem man bei Thieren aus einzelnen Nerven Stücken ausſchneidet und nach einiger Zeit das von den Centraltheilen abgeſchnittene Ende reizt, wo dann nach einigen Wochen oder Monaten das Reaktionsvermögen ganz erliſcht [2]). — 3) Es giebt eine eigene Klaſſe von Mitteln, welche die Eigenſchaft beſitzen, das Nervenagens in ganz kurzer Zeit unwirkſam zu machen, ohne in den anatomiſchen Verhältniſſen der Nervenſubſtanz eine (wenigſtens nach dem gegenwärtigen Stande unſerer Erkenntniß) ſinnlich wahrnehmbare Veränderung hervorbringen. Dies ſind die narkotiſchen Subſtanzen. Sie ſtumpfen die Reizbarkeit in der Regel auch erſt dann ab, nachdem ſie vorher auf kurze Zeit die Senſibilität, namentlich der Centraltheile, ſehr ſtark erhöht haben, worauf dann Lähmung folgt [3]). Oft iſt die Wirkung ſo raſch, daß das Stadium der Reaktion überaus kurz, ja faſt unmerklich iſt. Die Narkotika können auf doppelte Weiſe wirken: a) Durch Aufnahme in den Kreislauf, alſo indirekt. Werden giftige Stoffe von beſonderer Inten-

ſität, wie z. B. Blauſäure, Strychnin, Coniin, Viperngift u. ſ. w. unmittelbar in das Blut oder in den Magen gebracht, ſo tritt Lähmung in der Empfindung und Bewegung des ganzen Organismus und der Tod raſch ein. Hier wirken die im Blut aufgelöſten Gifte faſt immer unmittelbar auf die Centraltheile des Nervenſyſtems, indem die ganze Blutmaſſe ſehr raſch alterirt wird. Nerven und Muskeln behalten in einzelnen Fällen nach dem Tode noch eine längere Zeit das Vermögen, auf örtlich applicirte Reize zu reagiren. Häufig aber geht auch dieſe lokale Reizbarkeit ſehr ſchnell verloren[4]). b) Durch örtliche Applikation, indem man Auflöſung von narkotiſchen Subſtanzen unmittelbar auf die Nerven bringt, wie wir dies z. B. durch örtliche Applikation der Belladonna auf die Iris ſehen, oder wenn man Muskeln in Opium taucht, oder den abpräparirten Nerven eines Thieres in eine Auflöſung von narkotiſcher Subſtanz bringt. Die Nerven verlieren dann ſehr ſchnell ihr Reaktionsvermögen und die Muskeln zucken nicht mehr auf mechaniſche oder galvaniſche Reize[5]).

1) Vergl. über weitere hierher gehörige Belege und Erklärungen die allgemeine Phyſiologie. Es iſt klar, daß bei jeder erhöhten Reaktion ein ſtärkerer Aufwand von Nervenagens ſtattfindet, als im normalen Zuſtande, nach deſſen Verbrauch Mangel und Erſchöpfung eintritt, bis durch Ruhe und Regeneration des Blutes aus der Nahrung auch den Nerven der zu ihrer Ernährung nothwendige Stoff, welcher den normalen Grad von Reizung zu erhalten im Stande iſt, zugeführt wird. — 2) Hierüber haben Sticker und Müller Verſuche angeſtellt. Vergl. Müller's Archiv f. 1834. S. 202. Verſuche an Kaninchen zeigten, daß wenn die durchſchnittenen Nerven eines Thieres nicht wieder verheilen, das peripheriſche Nervenſtück ſeine Reizbarkeit für mechaniſche und galvaniſche Reize zur Erregung von Zuckungen in den Muskeln ganz oder größtentheils innerhalb zweier Monate verliert, ſowie auch die Muskeln ihre Reizbarkeit verlieren. Man muß zu dem Endzweck ein ganzes Stück aus einem Nerven, z. B. dem Nervus ischiadicus, ausſchneiden, um ſo das untere Nervenſtück dem Einfluß der Centraltheile ſicherer zu entziehen. Geſchieht dies nicht, ſo heilen die Nervenfaden durch eine Zwiſchenſubſtanz zuſammen, in welcher ſich neue Nervenſubſtanz erzeugt und die Leitungsfähigkeit wiederhergeſtellt wird (vergl. §. 239). In den angegebenen Verſuchen blieben die Thiere dauernd lahm. — 3) Dieß ſieht man allgemein bei den §. 215 beſchriebenen Verſuchen, wo Fröſche mit Strychnin vergiftet worden ſind. Es treten zuerſt heftige kloniſche und toniſche Krämpfe ein. Die leiſeſte Berührung, eine bloße Erſchütterung des Gefäßes oder Tiſches, worauf ſich die Thiere befinden, erregt, ſo lange das Reaktionsvermögen dauert, neue und vermehrte Krämpfe. Daſſelbe ſieht man bei Säugethieren und Vögeln, wo auf eine Doſe Strychnin, Coniin, Blauſäure, zuerſt Krämpfe in den verſchiedenſten Theilen, je nach der Natur des Giftes eintreten, worauf erſt die Lähmung erfolgt. — 4) Die Erforſchung der Wirkungsart der narkotiſchen Gifte auf die Centraltheile des Nervenſyſtems, durch vorgängige Aufnahme in das Blut, iſt von großem Intereſſe. Man muß dabei die Symptome beobachten, welche in den verſchiedenen Bewegungsorganen eintreten. Ich will eine Anzahl ſchon früher angeſtellter Verſuche anführen, welche als Maaßſtab zur Wiederholung beim Unterricht dienen können. Einem mehrere Jahre alten ſtarken Hund wurde am rechten Thorax ein Einſtich gemacht und 25 Tropfen einer Auflöſung von ſalpeterſaurem Strychnin (5 Gran auf ℥ß Weingeiſt) eingebracht; als ſich nach 5 Minuten keine Erſcheinungen zeigten, wurden noch 40 Tropfen nachgegoſſen; eine Minute darnach traten

einige Zuckungen der Extremitäten, dann ſogleich Starrkrampf mit Ausſtreckung aller 4 Extremitäten ein, dann wechſelten 4 Minuten lang toniſche und kloniſche Krämpfe, beſonders Trismus mit abwechſelnder Oeffnung des Mundes, Zittern der Zunge, Verdrehungen der Augen, gleich anfangs Harnentleerung, dann Kothentleerung, zuletzt Ausſpritzen von Mundſchleim. Nach 4 Minuten Tod und Erſchlaffung aller Theile. Bei der Oeffnung der Bauchhöhle am Darm die periſtaltiſche Beweguug normal, durch Zutritt der Luft vermehrt. — Bei einer Eule bewirkten 25 Tropfen derſelben Löſung von hinten in die Lunge gebracht, nach einer Minute kloniſche Krämpfe; das Thier fiel zuſammen, öffnete häufig den Schnabel, dann Tetanus, nach 3 Minuten der Tod. Bei einem Froſch trat auf dieſelbe Doſe in einer halben Minute Starrkrampf ein, dabei ein zitterndes Spiel in vielen einzelnen Muskeln; noch eine halbe Stunde lang, nachdem der Tetanus nachgelaſſen hatte, erfolgten Zuckungen bei der Berührung. — Einem jungen 3 Wochen alten Hunde wurden 20 Tropfen einer wäſſerigen Strychninauflöſung eingegoſſen. Nach 5 Minuten erfolgte reichliche Kothentleerung, allgemeines Zittern, ohne daß weitere Erſcheinungen eintraten. Darauf wurden 25 Tropfen einer weingeiſtigen Strychninlöſung (2 Gran auf ʒj) in eine Hautwunde gebracht, worauf außer allgemeinem Zittern keine Erſcheinungen eintraten; auf 25 Tropfen derſelben Löſung in die Bruſthöhe gebracht, traten nach einer halben Minute Trismus und Tetanus ein; viel Speichel wurde entleert, die Pupille war ſehr ſtark erweitert. Die anfangs ſehr erhöhte Reizbarkeit erloſch nach 10 Minuten. Bei Oeffnung der Bauchhöhle trat die periſtaltiſche Bewegung im Darm ein, die ſich auf Betupfen des Ganglion coeliacum mit kauſtiſchem Kali ſehr vermehrte; die Herzbewegung hielt noch 30 Minuten an, eben ſo das Zucken des Zwerchfells auf Reizung des Nervus phrenicus; die Nerven der Extremitäten reagirten auf Reizung nicht mehr. — Bei einem Hund von gleichem Alter wurden 30 Tropfen Coniin (10 Gr. auf 6 Drachmen Weingeiſt) in die Bruſthöhle gebracht; nach 2 Minuten einzelne kloniſche Krämpfe, dann ſehr ſtarker Opiſthotonus, Trismus und nach 5 Minuten der Tod; Reizbarkeit der Theile, wie beim vorigen. — Wie verſchieden ſich die Reizbarkeit bei Thieren gleicher Art nach narkotiſcher Vergiftung verhält, zeigte folgender Verſuch. Eine Anzahl Fröſche von gleicher Größe und gleicher Lebenskraft wurden durch Strychnin (25 Tropfen von 2 Gr. auf ʒij) getödtet; der Starrkrampf trat ziemlich gleich ſchnell ein, ob das Gift in den Mund, unter die Haut, unmittelbar auf das Rückenmark u. ſ. w. gebracht worden war, ob die Thiere dekapitirt waren oder nicht. Bei den meiſten war die Reizbarkeit in den Schenkelnerven kurz nach dem Tode erloſchen und nicht durch Galvanismus (wenigſtens nicht mittelſt eines einfachen Plattenpaares) zu beleben; bei einigen war noch eine ſchwache Reaktion vorhanden; bei wenigen erhielt ſich die Reizbarkeit noch eine Stunde nach dem Tode. Ein mit Coniin vergifteter Froſch ſtarb ohne tetaniſche Krämpfe nach ein paar Zuckungen; die Schenkelnerven blieben lange reizbar. Bei allen ſchlug das Herz noch lange fort. Fröſche, denen das Herz ausgeſchnitten und Strychnin ohne Wirkung eingebracht worden war (vergl. §. 215) behielten ihre volle Reizbarkeit bis lange nach dem Tode. — 5) Müller präparirte bei einem Froſche den Schenkelnerven weit heraus und legte ihn in eine Auflöſung von eſſigſaurem Morphium, nach einiger Zeit hatte das Ende des Nerven ganz ſeine Irritationsfähigkeit verloren. Daſſelbe erfolgte, wenn Muskeln in Opium getaucht wurden. Handb. d. Phyſiol. I. S. 637. — A. v. Humboldt ſah die Herzſchläge auf Opiumtinktur zuerſt ſehr ſchnell werden, dann ganz aufhören. Nach Müller's Verſuchen bleibt die Narkotiſation auf den Ort beſchränkt, wo ſie ſtattgefunden hat, und verbreitet ſich nicht weiter.

Drittes Kapitel.

Von der Funktion der einzelnen Nerven.

Von dem Bell'ſchen Lehrſatz und deſſen Fortbildung.

§. 242.

Der erſte Schritt zu einer klaren Erkenntniß der Funktion der einzelnen Nerven zu gelangen, iſt von Charles Bell geſchehen. Auf dem Wege der einfachen Beobachtung des anatomiſchen Verlaufs der Nerven und der pathologiſchen Caſuiſtik in der Praxis, gelangte derſelbe zur Anſicht, daß die Nerven eines jeden Organs im Verhältniß zur Mannigfalkeit ſeiner Verrichtungen komplizirt ſind. Er erkannte, daß die vorderen Rückenmarkswurzeln blos motoriſche Kräfte beſitzen, während die hinteren, mit einem Ganglion verſehenen Wurzeln, nur die Empfindung vermitteln. Die Aehnlichkeit des fünften Nervenpaares mit einem Spinalnerven führte Bell bald zu der Idee, daß ſich deſſen Wurzeln ähnlich verhalten möchten, und Beobachtung, wie Experimente an Thieren, lehrten ihn die Thatſache kennen, daß die Senſibilität des Geſichts nur durch Zweige von der größeren Wurzel des fünften Paares, die Bewegung der Geſichtsmuskeln nur vom ſiebenten Paare vermittelt wird [1]). Hiermit war der Weg zu einer neuen Grundlage der Nervenphyſiologie gebahnt, welche in neuerer Zeit zahlreiche Bearbeiter gefunden hat; und ſo widerſprechend und unvollkommen auch viele Beobachtungen noch ſind, ſo langſam auch der wahre Fortſchritt in der Erkenntniß der Einzelnheiten ſein wird, ſo ſicher iſt ein klares Endreſultat der Unterſuchungen vorauszuſehen [2]). Neben der unmittelbaren anatomiſchen Beobachtung ſind umſichtig angeſtellte Verſuche an eben getödteten, ſelten an lebenden Thieren, nothwendig. Wir bedienen uns hierzu manchfacher Hülfsmittel, welche alle auf zweckmäßiger Applikation von Reizen beruhen, wie wir dieſelben früher (§. 240) kennen gelernt haben. In der Funktionenlehre des Nervenſyſtems hat die Experimentalphyſiologie ihren weiteſten Spielraum; ſie wird von der anatomiſchen Unterſuchung und der Beobachtung krankhafter Fälle unterſtützt.

1) Bell's erſte Unterſuchungen, welche ſchon die Grundanſichten enthalten, wurden zuerſt im Jahre 1811 als Manuſkript für Freunde gedruckt. **An idea of a new Anatomy of the Brain submitted for the Observation of the authors Friends.** Später wurden ſeine Unterſuchungen in ſechs Abhandlungen der Königlichen Societät vorgelegt und in den **Philosoph. Transactions** von 1821 bis 1829 abgedruckt. Die geſammelten Abhandlungen: **The nervous System of the human body, embracing the papers delivered to the Royal Society. London 1830. 4.** wurden von Romberg in das

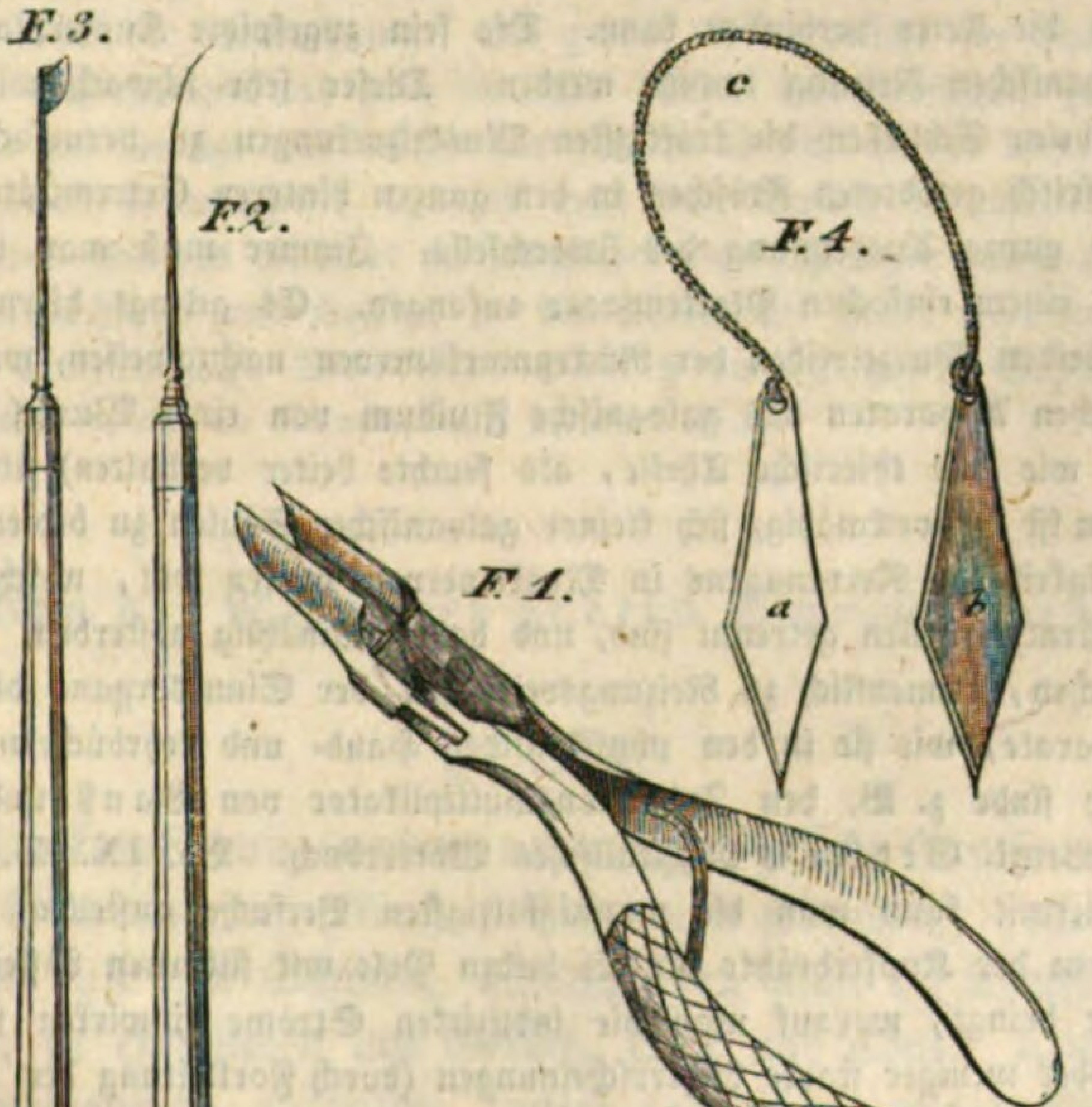
Deutſche übertragen. Karl Bell's phyſiologiſche und pathologiſche Unterſuchungen des Nervenſyſtems. Berlin 1832. M. 6 Tafeln. Neue unveränderte Ausgabe. 1836. Magendie will 1823 ſelbſtſtändig und zwar auf dem Wege des Experiments gefunden haben, daß nach Durchſchneidung der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven nur die Empfindung, nach Durchſchneidung der vorderen, die Bewegung aufhöre. Journal de physiologie experimentale et pathologique. T. II. p. 276 und in *Desmoulins* Anatomie et physiologie des systèmes nerveux. Paris, 1815. Tom. II. p. 777. und es iſt kein Zweifel, daß Magendie, der bei warmblütigen Thieren operirte, den Bell'ſchen Lehrſatz durch die Viviſektion feſtſtellte. Joh. Müller hat das Verdienſt, die leichte Ausführbarkeit ſolcher Verſuche und das ſchlagende Reſultat, das ſie, zweckmäßig angeſtellt, immer geben, bei Fröſchen gezeigt zu haben. Froriep's Notizen. März, 1831. Nr. 646 und 647. Mit einigen Zuſätzen abgedruckt in Romberg's Ueberſetzung von Bell. S. 375. Hier ſind die Verſuche bereits weiter auf einige Hirnnerven fortgeführt. — 2) Die erſte abgerundete ſyſtematiſche Darſtellung der neuern Nervenphyſiologie, welche erſt alle folgenden möglich machte und einen Reichthum von neuen Thatſachen und Anſchauungen enthält, findet ſich im dritten Buche von Joh. Müller's Handb. der Phyſiologie. Er führte den jetzt häufig angenommenen Namen Nervenphyſik ein. Hierauf folgten eine Anzahl wichtiger Schriften und Abhandlungen, welche zahlreiche neue Thatſachen über die Funktion der Hirnnerven enthalten, die ſich wechſelſeitig beſtätigen, ergänzen oder widerſprechen; folgende ſind vorzüglich zu nennen. *Panizza* Ricerche sperimentali sopra i nervi. Pavia 1834. Verſuche über die Verrichtungen der Nerven. Aus dem Italieniſchen von Schneemann. Erlangen, 1836 (vorzüglich wichtig, wegen der Aufſtellung des N. glossopharyngeus als Geſchmacksnerven). — Marſhall Hall hat in England ſich am meiſten mit Verſuchen über das Nervenſyſtem beſchäftigt und eine Anzahl Schriften bekannt gemacht, die wir in Ueberſetzungen beſitzen: Das Nervenſyſtem und deſſen Krankheiten. Deutſch von einem praktiſchen Arzte. Berlin, 1836. — Marſhall Hall's Darſtellung der Verrichtungen des Nervenſyſtems. Aus dem Engliſchen von Dr. E. Dieffenbach. Hamburg, 1840. Daſſelbe beſitzen wir in einer zweiten Ueberſetzung von Kürſchner: M. Hall's Abhandlungen über das Nervenſyſtem. Marburg, 1840. Der Ueberſetzer hat Erläuterungen und Zuſätze, zum Theil nach eigenen Erfahrungen, beigefügt. Dieſe Schriften betreffen vorzüglich die Funktion des Rückenmarks und verlängerten Marks und die Reflexfunktion, wovon ſpäter. — Vergl. auch M. Hall, Briefe über das Nervenſyſtem an Prof. J. Müller. Erſter Brief, über die vis nervosa Halleri. Müller's Archiv. f. 1840. S. 451. — *G. Valentin,* de functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici libri quatuor. Bern, 1839. 4. In dieſem wichtigen Werke, welches die Funktionen der Centraltheile unberührt läßt, ſind nicht blos alle früheren Unterſuchungen benutzt, ſondern viele neue Erfahrungen des Verfs. mitgetheilt; die Reſultate einer ſehr großen Anzahl von Experimenten. Ganz neuerdings hat Volkmann ausgedehnte Verſuche angeſtellt und deren Reſultate zum Theil mitgetheilt. Ueber die motoriſchen Wirkungen der Kopf- und Halsnerven, Müller's Archiv f. 1841. Eben ſo hat Budge eine große Reihe von Verſuchen begonnen: Unterſuchungen über das Nervenſyſtem. Erſtes Heft (Einfluß der Centraltheile des Nervenſyſtems auf die Bewegung des thieriſchen Körpers). Frankf., 1841. — Stilling in Caſſel hat eine vorläufige Mittheilung der Reſultate einiger ſeiner zahlreichen Verſuche bei der Verſammlung der Naturforſcher in Braunſchweig 1841 gegeben und dieſe dem Verf. des Lehrbuchs im Mſcr. mitgetheilt. Vergl. auch van Deen's ſpäter vielfach anzuführende, wichtige Unterſuchungen, geſammelt in deſſen Schrift: Traités et Découvertes sur la physiologie de la moëlle épinière. Leiden, 1841.

Methoden für die Verſuche.

§. 243.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei den Verſuchen die zweckmäßige Anwendung von Reizmitteln von der größten Wichtigkeit iſt und daß viele Irrthümer durch unzweckmäßige Apparate entſtehen. Es ſcheint daher paſſend, im Folgenden die wichtigſten Inſtrumente und Methoden zu beſchreiben, mittelſt deren Anwendung man am leichteſten zum Ziele kommt, ſo daß ein Jeder ohne große Hülfsmittel die öffentlich bekannt gemachten Verſuche prüfen und neue anſtellen kann [1]. In den Hauptbeobachtungen reichen Frösche aus, bei Verſuchen über Hirnnerven Kaninchen und Hunde [2]. In den ſehr vielen, ja in den meiſten Fällen gaben die Verſuche an eben getödteten Thieren reinere und entſcheidendere Reſultate, als grauſame Viviſektionen [3].

1) Da die zu Experimenten über Nervenphyſiologie nöthigen Inſtrumente nicht allgemein bekannt ſind, ſo will ich in Folgendem eine kurze Beſchreibung geben. Zur Eröffnung der Rückenmarkshöhle der Frösche bedarf man einer zweckmäßig geformten Zange (Fig. 1) von hinreichender Stärke, womit man, nachdem die Muskeln entfernt worden, die Wirbelbogen und die Schädeldecke wegbrechen oder die Wirbelkörper von vorn wegnehmen kann. Man kann ſich auch einer Cowper'ſchen Scheere dazu bedienen, die ich aber nicht ſo geeignet finde. Zur mechaniſchen Reizung der Nervenwurzeln, der Durchſchnittsflächen



(Sämmtliche Figuren etwa in halber Größe dargeſtellt.)

des Gehirns und Rückenmarks bedient man ſich feiner mit einem Griffe verſehener Nadeln (Fig. 2), die man leicht biegen kann, um z. B. die Wurzeln der Rückenmarksnerven beim Froſche damit aufzuheben und dann mit der Scheere abzuſchneiden. Scheeren von verſchiedener Form und Größe, meiſt mit feinen Spitzen und Schneiden, wie ſie in Augenetuis ſich finden, müſſen zur Hand ſeyn. Stilling bedient ſich ſehr zweckmäßig kleiner aber ſtarker im Winkel gebogener Scheeren mit kurzen Blättern, um bei Fröſchen die Wirbelkörper in ihren Bandverbindungen und von ihren Bogen zu trennen und die Kolumnen des Rückenmarks zu durchſchneiden. Um die Schädelhöhle von Kaninchen raſch zu öffnen und gleich einen Theil des Gehirns wegzunehmen, bedient ſich Stilling eines ſtarken ſichelförmigen Meſſers, nach Art der Gartenmeſſer. Ein ſehr zweckmäßiges, in vielen Fällen unentbehrliches Inſtrument iſt das Neurotom (Fig. 3). Ein kleines Skalpell, womit man von außen durch die Kopfbedeckungen z. B. bei Kaninchen dringen kann, um mit möglichſt geringer Verletzung Nerven an ihrer Wurzel an lebenden Thieren zu durchſchneiden. — Als chemiſche Reizmittel wendet man am beſten Aetzkali und Eſſigſäure an und man wird mit dieſen beiden Mitteln ziemlich allgemein auskommen. Man betupft z. B. beim Kaninchen die Abdominalganglien und Zweige des Sympathikus mit kleinen Stückchen kauſtiſchem Kali, die man mit der Pincette faßt. Eſſigſäure iſt ein vortreffliches Reizmittel für die verſchiedenen Hautſtellen des Froſches; man wendet ſie in mehr oder weniger konzentrirtem Zuſtande an und bringt ſie mit Glasſtäbchen auf die zu reizenden Stellen. Von ſehr großer Wichtigkeit ſind galvaniſche Apparate und bei weitem der zweckmäßigſte ein einfaches Plattenpaar. Am paſſendſten finde ich folgende Form (Fig. 4). Eine längliche, vorn fein zugeſpitzte gut polirte Kupferplatte (a) wird mit einer Zinkplatte (b) durch einen Silber- oder verſilberten Kupferdraht (c) ſo verbunden, daß man die beiden Pole eben ſo gut auf eine Nervenwurzel in ſehr kleinem Raume einander nähern, als entferntere Strecken durch die Kette verbinden kann. Die fein zugeſpitzte Kupferplatte kann dann auch zur mechaniſchen Reizung benutzt werden. Dieſer ſehr ſchwach wirkende Apparat vermag noch beim Schließen die kräftigſten Muskelzuckungen zu verurſachen, z. B. bei lebenden oder friſch getödteten Fröſchen in den ganzen hinteren Extremitäten, bei Kaninchen durch die ganze Ausdehnung des Zwerchfells. Immer muß man bei galvaniſchen Verſuchen mit einem einfachen Plattenpaare anfangen. Es gelingt hiermit, die iſolirte Funktion der beiden Wurzelreihen der Rückenmarksnerven nachzuweiſen, während bei ſtärkeren galvaniſchen Apparaten das galvaniſche Fluidum von einer Wurzel auf die andere (die ſich hier, wie alle thieriſche Theile, als feuchte Leiter verhalten) überſpringt. In manchen Fällen iſt es zweckmäßig, ſich kleiner galvaniſcher Säulen zu bedienen, z. B. wenn man die Thätigkeit des Nervenagens in Muskelnerven prüfen will, welche ſchon längere Zeit von den Centraltheilen getrennt ſind, und daher allmählig abſterben. Zu vielen ſubjektiven Verſuchen, namentlich zu Reizungsverſuchen der Sinnesorgane dienen am beſten Induktionsapparate, wie ſie in den phyſikaliſchen Hand- und Lehrbüchern näher beſchrieben ſind. Ich finde z. B. den Induktionsmultiplikator von Gauß und Weber ſehr zweckmäßig. Vergl. Gehler's phyſikaliſches Wörterbuch. Bd. IX. S. 120. Fig. 15. Tab. III. Hiermit kann man die mannigfaltigſten Verſuche anſtellen. Man verſieht z. B. die Enden der Kupferdrähte für die beiden Pole mit ſilbernen Löffeln, die man in die Mundhöhle bringt, worauf man die induzirten Ströme einwirken läßt. Man hat hierbei mehr oder weniger ſtarke Lichterſcheinungen (durch Fortleitung der Elektrizität aus der feuchten Mundhöhle zur Retina), gleichzeitig hat man Zuckungen in den Zungen- und Wangenmuskeln, empfindet den elektriſchen Schlag und nicht ſelten (z. B. bei hohlen Zähnen) ziemlich heftigen örtlichen Schmerz, ſo daß man auf dieſe Weiſe die verſchiedenſten Senſationen und Erregungen der motoriſchen Nerven in einem Verſuche hervorrufen kann. Dergleichen Apparate, welche viel ſtärker wirken, als einfache Plattenpaare, deren Inten-

ſität man außerdem ſo ſehr reguliren kann, können zu vielen Verſuchen z. B. auch an Fröſchen, Kaninchen ſtatt galvaniſcher Säulen verwendet werden, vor welchen ſie den Vortheil bequemerer Aufbewahrung und Benutzung ohne beſondere Vorrichtung und nöthige Reinigung haben. — 2) Fröſche ſind zu mehreren Verſuchen (die weiter unten angegeben werden) beſonders geeignet. Sie müſſen aber möglichſt friſch und lebenskräftig ſeyn; am wenigſten ſind ſie in den heißen Sommermonaten zu Verſuchen brauchbar. Selten wird man nöthig haben, außer den harmloſen Kaninchen auch Hunde anzuwenden; für manche Verſuche ſind jedoch letztere mehr geeignet. Katzen und größere Säugethiere haben keinen beſondern Vorzug. — 3) Im Intereſſe der Sache und aus einem natürlichen Gefühl wird man jede unnütze Thierquälerei zu vermeiden ſuchen. Gewöhnlich ſind die grauſamſten Verſuche von den geringſten Reſultaten begleitet, aus dem einfachen Grunde, weil bei großen und intenſiven Verletzungen, zumal ſolchen, die mit großem Blutverluſte verbunden ſind, die gequälten Thiere in einem Zuſtande ſich befinden, der ſelten entſcheiden läßt, ob Aeußerungen von Schmerzgefühl ſich gerade auf dieſen oder jenen Akt beziehen, wo man einen beſtimmten ſenſitiven Nerven durchſchneidet. Wie wenig ſichere Reſultate ſind aus der grauſamen Schule der Pariſer Experimentalphyſiologie hervorgegangen, während Bell ſeine Hauptentdeckungen ohne alle Viviſektionen machte! Bei der Frage nach den motoriſchen Eigenſchaften der Nerven experimentirt man ohne Ausnahme weit ſicherer an friſch getödteten (ſtrangulirten, vergifteten oder dekapitirten) Thieren unmittelbar nach dem Tode. Da man weiß, daß diejenigen Nerven, welche die Bewegung vermitteln, auf Anwendung eines einfachen Plattenpaars oder eines andern Reizes, Zuckungen oder andere Bewegungen (z. B. im Darme) hervorrufen, ſo kann man auch rückwärts ſchließen, daß ſolche Nerven, welche nicht ſo reagiren, Empfindungsnerven ſind. Wie ſich von ſelbſt verſteht, muß beim Verſuch noch mit größerer Umſicht verfahren werden, als bei der Beobachtung. Die großen Widerſprüche der Beobachter in den Reſultaten und Schlußfolgen aus ganz ähnlichen Reihen von Verſuchen, zeigen die Trüglichkeit derſelben zur Genüge und müſſen zur größten Umſicht in der Anſtellung und Beurtheilung derſelben veranlaſſen. Ueberall muß dem Verſuch die breiteſte anatomiſche Grundlage gegeben und das Reſultat pathologiſcher Beobachtungen damit verbunden werden. Ueber Beobachtung und Verſuch in der Phyſiologie findet man treffende Bemerkungen in der Einleitung zu Marſhall Hall's ausgezeichneter Schrift: A critical and experimental essay on circulation. London 1831.

Von der Natur der höhern Sinnesnerven.

§. 244.

Nicht alle Empfindungsnerven veranlaſſen gleiche Empfindungen. Die drei höhern Sinnesnerven (Riech-, Seh- und Hörnerve) haben keine Empfindung von Luſt und Schmerz, unterſcheiden nicht die Temperatur, Kälte und Wärme; ſie empfinden nur Geruch, Licht und Töne. Die verſchiedenſten Reize, mechaniſche, elektriſche, innere organiſche, wie z. B. Congeſtion u. ſ. w. bewirken im Sehnerven Licht- und Farbenbilder und eben ſo in den beiden andern Nerven nur die genannten ſpezifiſchen Senſationen.

Vergl. die weitere Ausführung dieſer Momente bei der Lehre von den Sinnen.

§. 245.

Daß der Nervus olfactorius Siß des Geruchs iſt, und zwar, daß er ausſchließlich nur dieſe Funktion hat, darüber kann kein Zweifel ſeyn. Verſuche zeigen, daß er durchaus keine motoriſchen Faſern enthält; wird der Nerve durchſchnitten, ſo fehlt der Geruch völlig, während das gewöhnliche Gefühlsvermögen in den Theilen, auf denen ſich der Nerve verzweigt, immer bleibt[1]. Zuweilen fehlt der Geruch auch beim Menſchen völlig, in welchem Falle man dann entweder Degeneration oder urſprünglichen Mangel des Riechnerven fand[2].

1) Magendie und Valentin haben unzweifelhafte Verſuche an Thieren angeſtellt, welche dies beweiſen. Die Thiere (Kaninchen) blieben nach Valentin's Unterſuchungen ganz ruhig, wenn die NN. olfactorii mit dem Neurotom durchſchnitten wurden; ſie überlebten alle die Verwundung. — 2) Die hierher gehörigen pathologiſchen Fälle ſind von Valentin zuſammengeſtellt a. a. O. S. 11. Vergl. übrigens weiter über dieſen Gegenſtand die §§. 284 u. f. über den Geruchſinn.

§. 346.

Anatomiſche und pathologiſche Beobachtungen, ſowie direkte Experimente laſſen unzweifelhaft, daß der N. opticus ausſchließlich das Sehvermögen vermittelt. Thiere bei denen die Sehnerven durchſchnitten werden, erblinden und bleiben blind, auch wenn beide durchſchnittene Enden wieder verheilt ſind[1]. Es bleibt keine Spur von Sehvermögen zurück. Auf jeden Reiz erfolgt ſubjektive Lichtempfindung[2]. Dagegen bleibt nach der Durchſchneidung die Senſibilität in allen Theilen des Augapfels und in ſeinen Bedeckungen unverändert. Bewegungen erfolgen niemals auf Reizung der Sehnerven. Zuweilen aber tritt beim Durchſchneiden des Nerven Zuſammenziehung der Pupille ein[3], in Folge einer auf den N. oculomotorius wirkenden Reflexion; dieſe Zuſammenziehung verſchwindet auch ſehr raſch am operirten Auge, und ſo wenig eine Spur von Sehvermögen zurückbleibt, eben ſo wenig erfolgt auf angewandten Lichtreiz nach der Operation noch Erweiterung der Pupille.

1) Hier iſt alſo eine Ausnahme von der Regel (§. 239), worauf in früher getrennten, dann wieder verheilten Nerven die Funktion ſich wieder herſtellt. Wahrſcheinlich gilt dies von allen Sinnesnerven. — 2) Vergl. darüber das Kapitel vom Sehen. — 3) So fand es Valentin beim Hund und Kaninchen.

§. 247.

Direkte Verſuche am Hörnerven bei lebenden Thieren ſind wegen deſſen tiefer und eingeſchloſſener Lage nicht auszuführen. An todten Thieren erfolgt auf Reizung deſſelben nirgends Bewegung. Verletzung, Zerſtörung in Folge von Abſceſſen oder Atrophie erregen Taubheit auf der

entſprechenden Seite und innere Reize oder mechaniſche Erſchütterung bringen ſubjektive Gehörsempfindung hervor.

Vergl. beſonders über den letzten Punkt das Kapitel vom Gehör.

Funktionen der Augenmuskelnerven.

§. 248.

Ueber die Natur der Augenmuskelnerven ſcheinen die Beobachtungen noch nicht geſchloſſen zu ſeyn. Das dritte Paar (N. oculomotorius) iſt der Hauptbewegungsnerve der Augenmuskeln. Er ſoll aber außer den bewegenden auch empfindende Faſern enthalten. Beide Thätigkeiten ſind vielleicht auf ſeinen äußern und innern Hauptſtamm vertheilt [1]). Die motoriſchen Faſern ſind in fünf, vielleicht in ſechs Augenmuskeln (M. rectus superior, internus, inferior, obliquus inferior und vielleicht obliquus superior) verzweigt [2]). Der Augenmuskelnerve vermittelt die Bewegung der Iris [3]). Indirekte oder reflexive Bewegunge der Theile, zu denen er geht, entſtehen durch Reizung des Sehnerven; ſie hören auf, ſobald der Stamm des N. oculomotorius durchſchnitten iſt [4]).

1) Vergl. Valentin Nervenlehre bei Sömmerring S. 325 und De funct. NN. p. 17. Die Anſicht, daß der Nerve auch ſenſitive Faſern in reichlicher Menge enthalte, gründet ſich auf die Beobachtung, daß Kaninchen, beim Durchſchneiden deſſelben im Innern der Schädelhöhle, ſich in dieſem Momente ſehr heftig geberden. — 2) In allen dieſen Muskeln entſtehen Kontraktionen auf Reizung und es tritt Lähmung beim Durchſchneiden ein, ſowie Ptoſis im obern Augenlid. Nach Volkmann (Müller's Archiv f. 1840. S. 477) entſtehen bei der Reizung des Nerven an ſeiner Wurzel beim Kalbe, beim Schaf und bei der Katze auch Kontraktionen im M. obliquus superior und retractor bulbi und beide Muskeln ſollen auch wirklich Zweige vom Oculomotorius erhalten; ja auch im Rectus externus ſollen Zuſammenziehungen entſtehen, was ſich vielleicht dadurch erklärt, daß der Nerve beim Kalbe einen verſtärkenden Zweig an das vierte Paar abgiebt. — 3) Beim Durchſchneiden des Stammes wird nach Valentin die Pupille des entſprechenden Auges im ſelben Augenblicke heftig kontrahirt, häufig auch die des anderen Auges; ſpäter erweitert ſie ſich wieder und bleibt gelähmt. — 4) Alle Irisbewegungen erfolgen nur unwillkührlich beim Menſchen und bei den Säugethieren. Bei den Vögeln wird die Pupille willkürlich bewegt. Die Iris erhält auch motoriſche Faſern aus dem Sympathicus, welche mit denen vom Oculomotorius im Antagonismus ſtehen. Nach Valentin ruft übrigens der obere Aſt des gemeinſchaftlichen Augenmuskelnerven wahrſcheinlicher Weiſe meiſt nur willkürliche und reflexive, der untere Aſt nur unwillkürliche und reflexive Bewegungen hervor.

§. 249.

Das vierte Paar (N. trochlearis s. patheticus) ſcheint blos motoriſche Faſern zu enthalten, wenigſtens iſt das Vorhandenſeyn ſenſitiver Faſern noch zweifelhaft und jedenfalls finden ſich ſolche nur in ſehr geringer

Menge [1]). Der Nerve vermittelt die Bewegungen des oberen ſchiefen Augenmuskels und auf Reizung der Wurzel erfolgen niemals Bewegungen in andern Muskeln [2]).

1) Nach Valentin bei Sömmerring, S. 329, enthält dieſer Nerve höchſt wahrſcheinlich nur ſehr wenige ſenſible Faſern. Wie ſchwer ſich dies übrigens beſtimmen läßt, giebt Valentin de NN. funct. p. 21 an. Bei der großen Dünne und tiefen Lage des Stamms des Nerven iſt es ſchwierig, Verſuche anzuſtellen. Die Thiere ſchreien beim Durchſchneiden, was aber ſehr leicht von dem dabei unvermeidlichen Druck des N. trigeminus herrühren kann. — 2) Vergl. Volkmann a. a. O. S. 480.

§. 250.

Die motoriſche Funktion des ſechsten Nervenpaars (N. abducens) iſt unzweifelhaft, wie aus Verſuchen und pathologiſchen Beobachtungen zur Genüge hervorgeht. Seine Wirkung beſchränkt ſich ausſchließlich auf den äußeren Augenmuskel [1]). Ob er ſenſible Faſern enthält läßt ſich nicht ganz mit Sicherheit angeben, da man beim Einführen des Neurotoms, um den Nerven zu durchſchneiden, immer andre Theile verletzt [2]).

1) Bei Lähmung des Nerven oder nach der Durchſchneidung entſteht Schielen nach innen, in Folge des dadurch hervorgerufenen Uebergewichts des inneren Augenmuskels. — 2) Valentin de funct. NN. p. 30.

Funktionen des fünften Nervenpaars.

§. 251.

Das weitverzweigte fünfte Nervenpaar (N. trigeminus), über welches wir die umfänglichſten Beobachtungen beſitzen, iſt ein gemiſchter Nerve, wie dies ſchon ſein anatomiſcher Bau am Urſprung vermuthen läßt. Er entſpringt mit einer größeren äußeren Wurzel (portio major) (Ic. phys. Tab. XXVII. Fig. IV.), welche innerhalb der Schädelhöhle zu dem ſogenannten Ganglion Gasseri s. semilunare anſchwillt, nach innen von ihr liegt die kleinere (motoriſche) Wurzel (portio minor). Ein anatomiſcher Unterſchied zwiſchen dem fünften Paare und einem Rückenmarksnerven beſteht übrigens darinnen, daß ſich die Faſern nach der Verbindung der beiden Wurzeln nicht kreuzen. Der dritte Zweig allein gleicht mehr einem Rückenmarksnerven, da ſich bei demſelben die Faſern wenigſtens zum Theil kreuzen. Ueber die Funktion dieſes der Beobachtung und dem Verſuche leicht zugänglichen Nerven herrſchen wenige Zweifel, die ſich blos auf die Natur einzelner Aeſte beziehen. Wie es ſchon aus dem anatomiſchen Bau erhellt, wird durch direkte Verſuche und pathologiſche Fälle beim Menſchen erwieſen, daß die größere Portion der hinteren oder Empfindungswurzel, welche in den Gaſſer'ſchen Knoten anſchwillt und dem das der hinteren Wurzel

der Rückenmarksnerven eingebettete Ganglion entſpricht, ſenſitive Faſern enthält, während die kleinere Portion mit der vorderen oder Bewegungswurzel übereinkommt. Die letztere Wurzel des dreigetheilten Nerven erregt bei der galvaniſchen Reizung nach dem Tode heftige Kaubewegungen, ſo daß die Zähne an einander klappern; bei der Durchſchneidung erfolgt Herabfallen des Unterkiefers und Lähmung deſſelben; wird dieſelbe nur an einer Seite durchſchnitten, ſo ſtellt ſich der Kiefer ſchon in der Ruhe, vorzüglich aber beim Kauen, mehr oder weniger ſchief. Die Vertheilung der kleineren Wurzel ſcheint ſich rein auf die Kaumuskeln zu beſchränken, und die Beobachtungen von Bewegung des Backenmuskels (buccinator) oder des Mundwinkels, ſowie des weichen Gaumens, ſcheinen ſich nach neueren Beobachtungen nicht zu beſtätigen [1]). Weder bei der Reizung der großen Wurzel, noch bei der eines andern Hirnnerven, erfolgt Bewegung der Kaumuskeln. Wird die größere Portion durchſchnitten, ſo heulen die Thiere außerordentlich; es iſt dann die Empfindlichkeit der Haut der Stirne, Wange, Lippen, Augenlider, der Schläfegegend und des größten Theils des Ohres, ſowie der Bindehaut, der Schleimhaut der Naſenhöhle, eines großen Theils der Mundhöhle, eines Theils der oberſten Parthie des Schlundes, der Oberfläche der Zunge, der Zähne und des Zahnfleiſches aufgehoben, während die Thätigkeit der Kaumuskeln nicht geſtört iſt. Was die einzelnen Aeſte betrifft, ſo enthält der erſte Aſt (R. ophthalmicus) blos ſenſible Faſern und bei ſeiner Durchſchneidung oder Lähmung hört die Empfindlichkeit in den Theilen auf, zu denen er geht; die RR. ethmoidales vermitteln die Senſibilität der Naſenſchleimhaut. Der zweite Aſt (R. maxillaris superior) enthält ebenfalls blos ſenſible Faſern [2]). Am leichteſten iſt die Senſibilität des Unteraugenhöhlenaſts durch das Experiment oder die ärztliche Beobachtung nachzuweiſen [3]). Der dritte Aſt (R. maxillaris inferior) oder der gemeinſame Stamm des Zungen- und Zahnaſts iſt gemiſcht, jedoch mit vorherrſchenden ſenſiblen Faſern. Der R. temporalis superficialis iſt nicht blos ſenſibel, wie man ſonſt glaubte, ſondern empfängt auch motoriſche Faſern von der kleineren Portion [4]) Der gemeinſame Stamm des R. lingualis und alveolaris iſt gemiſcht, aber mit vorwaltenden ſenſiblen Faſern [5]). Bei der Durchſchneidung des Zungenaſts ſcheint vollſtändige Geſchmacksempfindung zu bleiben [6]). Der Zahnaſt iſt gemiſcht, giebt aber ſeine motoriſchen Faſern wohl alle an den Musc. mylohyoideus ab.

1) So nach den beſtimmten, auf zahlreiche Verſuche geſtützten Aeußerungen von Volkmann. Müller's Archiv. 1840. S. 485. — 2) Dieſer Nerve giebt einen Verbindungsaſt zum N. abducens, der einen verſchiedenen Urſprung hat, meiſt aus dem Geflechte an dem hinteren Theile der unteren Augenhöhlenſpalte entſpringt, ſeltener vom Gaumenkeilbeinknoten, und wahrſcheinlich dem N. abducens einige ſenſible Faſern beimiſcht. Vergl. Valentin bei Sömmerring, S. 564 und De functionibus nervorum. p. 25. — 3) Die Durchſchneidung bei Thieren iſt hier ſehr leicht auszuführen; dieſer Zweig iſt am häufigſten der Sitz der unter dem Namen des Fothergill'ſchen Ge-

ſichtsſchmerzes bekannten Neuralgie; nicht ſelten ſind hier vorübergehende oder bleibende Paralyſen in Folge rheumatiſcher und anderer Affektionen zu beobachten, wie ich öfter geſehen, und wie ſie jedem praktiſchem Arzte vorkommen; die Senſibilität iſt mehr oder weniger aufgehoben, während die Muskelaktion in ihrer Integrität erhalten iſt. — 4) Vergl. *Valentin*, de funct. nervor. p. 28. — 5) Vergl. über die einzelnen Zweige *Valentin*, l. c. — 6) Vergl. hierüber die Bemerkungen beim N. glossopharyngeus und bei der Lehre vom Geſchmack.

§. 252.

Bei der großen Ausbreitung des fünften Paares, als des vorzugsweiſen Senſibilitätsnerven für die Sinnesorgane, welcher die Empfindlichkeit des Geruchs-, Geſichts-, Gehör- und Geſchmacksorgans vermittelt und an einzelnen Stellen des Kopfs und Geſichts ſich zum feinſten Taſtnerven, wie an der Zunge und an den Lippen ausbildet [1]), iſt derſelbe von ungemeiner Wichtigkeit. Er ſteht im genauen Zuſammenhang mit höheren pſychiſchen Empfindungen, wie beim Kuſſe, bei der Veränderung der Geſichtsfarbe auf Gemüthsbewegungen; eine Menge von Reflexionsbewegungen ſind von ſeiner Erregung abhängig; daher bei der Verletzuug und Durchſchneidung, oder Atrophie des ganzen Nerven oder ſeiner Zweige eine Menge von eigenthümlichen Erſcheinungen und Beſchwerden eintreten, ſowie denn auch die Ernährungserſcheinungen am Kopfe ſehr alterirt werden. Wir haben darüber eine ſo reichhaltige Reihe von Verſuchen und ärztlichen Erfahrungen, daß ſich die verſchiedenen Gruppen von pathologiſchen Erſcheinungen vollſtändig analyſiren und auf phyſiologiſche Momente zurückführen laſſen [2]).

1) Vergl. hierüber die Angaben beim Taſtorgan. — 2) Die wichtigſten Thatſachen, ſowie die hierher gehörigen Experimente und kliniſchen Beobachtungen finden ſich ſchon bei Magendie, vergl. *Eschricht* De functionibus NN. faciei et olfactus organi. Havniae 1826, dann bei Bell. Valentin hat in ſeiner Nervenlehre (bei Sömmerring) eine vortreffliche Ueberſicht der Haupterſcheinungen gegeben, wovon Folgendes ein Auszug iſt. Nach Vernichtung der Senſibilität beim Durchſchneiden der größern Portion bei Thieren treten keine Reflexbewegungen mehr ein. Auf chemiſche oder mechaniſche Reizung der Naſenſchleimhaut erfolgt kein Nieſen mehr, kein vermehrter Thränenfluß, kein Schließen der Augenlider auf Reizung der Konjunktiva, keine vermehrte Speichelabſonderung auf Einbringung reizender Stoffe in die Mundhöhle. Unmittelbar nach der Durchſchneidung treten heftige Bewegungen in der Pupille ein, meiſt Kontraktionen; ſie zog ſich bei Hunden und Katzen bis auf eine ſehr kleine Oeffnung zuſammen, blieb aber dann unter allen Verhältniſſen unbeweglich. Was die veränderten Ernährungserſcheinungen betrifft, ſo tritt zuerſt Entzündung des Auges ein, vermehrte Schleimabſonderung und eiterige Sekretion. Es bilden ſich Eroſionen auf der Hornhaut, Eiteranſammlungen in der vorderen Augenkammer; öfters berſtet die Hornhaut und das Auge fließt aus; es erſcheinen zuweilen trockene Schorfe an den Lippen, ſeltener am Kinn und an der Naſe, die Zunge belegt ſich bei Hunden oft mit einem dicken Ueberzug. Aehnliche Erſcheinungen finden ſich auch beim Menſchen; dabei iſt das Mienenſpiel bei den Affekten und Leidenſchaften ungehindert; aber Alles, was an die gelähmte Seite gebracht wird, wird nicht empfunden; der Kranke glaubt, wenn er aus einem Glaſe trinkt, daß ein Stück ausgebrochen ſey ꝛc ꝛc.

Siebentes Paar.

§. 253.

Durch den **Antlitznerven** (N. facialis) iſt das mimiſche Spiel der Geſichtsmuskeln bedingt; er giebt dem Geſicht die manchfachen Ausdrücke, die wir bei den verſchiedenen Gemüthsſtimmungen und Affekten wahrnehmen. Bei der galvaniſchen Reizung erfolgt das lebhafteſte Muskelſpiel im Geſicht und am Ohre, ob auch am Gaumen, darüber ſind die Anſichten getheilt [1]). Auf die Durchſchneidung, welche früher in Folge mangelnder Kenntniſſe in der Nervenphyſiologie beim Geſichtsſchmerz vorgeſchlagen und ausgeführt wurde, erfolgt Lähmung an allen Theilen, wozu der Nerve geht, und verminderte Speichelabſonderung. Das Gebehrdenſpiel hört auf [2]). Es iſt ein urſprünglich an ſeiner Wurzel rein motoriſcher Nerve, welcher aber bereits bei ſeinem Austritte aus dem Griffelloche einige ſenſible Faſern erhält, die ihm vom fünften und zehnten Paare mitgetheilt worden ſind.

1) Valentin will einmal Bewegung am weichen Gaumen geſehen haben, ſcheint es aber neuerlich ſelbſt zu bezweifeln (bei Sömmerring, S. 462); Volkmann a. a. O. leugnet dieß beſtimmt; er ſah nach Reizung der Wurzel beim Kalb, Hund, Schaf, Zuckungen im M. frontalis, buccinator, orbicularis palpebrae, orbicularis oris, dann Bewegungen an der Naſe, am Mundwinkel, am Ohre (MM. attrahentes, retrahentes, attollentes), am hintern Bauch des Digastricus, am Stylohyoideus und Platysmamyoides; Bewegungen an den Ohrmuskeln wahrzunehmen, gelang nicht. — 2) Die Störungen bei der Paralyſe dieſes Nerven beim Menſchen ſind höchſt auffallend. Daher ein ſehr unzweckmäßiges zuerſt von Klein in Stuttgart (vergl. v. Siebold's Chiron Bd. II. S. 1) beim Geſichtsſchmerz vorgeſchlagenes und ausgeführtes Verfahren dasjenige war, den Stamm des N. facialis bei ſeinem Austritt aus dem For. stylomastoid. zu zerſtören. In dieſem Falle können die Kranken die Stirnhaut nicht bewegen, die Augenlider nicht mehr vollſtändig ſchließen, ſind durch Paralyſe der Naſenflügel beim Athmen, Schnupfen, Schneuzen gehindert; der Speichel fließt aus dem unvollkommen geſchloſſenen Mundwinkel aus, die Unterlippe der gelähmten Seite hängt herab und beim Sprechen, Eſſen, Trinken treten begreiflich mancherlei Beſchwerden ein. Während die Empfindlichkeit allenthalben beſteht, iſt die gelähmte Geſichtshälfte ohne allen Ausdruck bei Affekten und Leidenſchaften.

Neuntes Paar.

§. 254.

Ueber die Funktion des **neunten Paars** (N. glossopharyngeus) ſind die Anſichten der Beobachter ungemein getheilt. Immer mehr aber macht ſich die Anſicht geltend, daß derſelbe entweder ausſchließlich oder doch vorzugsweiſe der eigentliche Geſchmacksnerve ſey, während der N. hypoglossus blos der Bewegung der Zunge vorſteht, der Zungenzweig vom fünften

Paar wahrſcheinlich blos die gewöhnliche Senſibilität und die Taſtempfindung der Zunge vermittelt [1]). Der Zungenſchlundkopfnerve, der ſich im Verlaufe mit dem dritten Aſt des Trigeminus, mit dem Facialis und Vagus miſcht, ſcheint nach neueren Unterſuchungen an ſeinem Urſprunge in der That ein gemiſchter Nerve zu ſeyn. Schon ſein anatomiſcher Urſprung (Tab. XXVII. fig. IV, IX, XIII.) ſpricht dafür. Er entſpringt beim Menſchen, bei den Säugethieren und auch bei den Vögeln mit einer doppelten Wurzel; die dickere Wurzel iſt mit einem Ganglion verſehen [2]). Bei der Reizung derſelben ſind nirgends Muskelbewegungen wahrzunehmen; ſie verbreitet ihre Primitivfaſern in den an der Wurzel der Zunge gelegenen Papillen, welche mit der feinſten Geſchmacksempfindung begabt ſind. Bei der Reizung der dünneren leicht zu überſehenden Wurzel entſtehen dagegen kräftige Kontraktionen im Schlunde, welche ſich auf den M. constrictor faucium medius und stylopharyngeus beſchränken [3]). Sonach iſt es keinem Zweifel unterworfen, daß der Zungenſchlundkopfnerve auch motoriſche Faſern enthält.

1) Nach der älteren Anſicht, wofür ſich auch Magendie, Mayo, Müller, Gurlt u. A. erklären, wäre der R. lingualis trigemini Geſchmacksnerve, während Panizza, Valentin, Marſhall Hall, Broughton, Stannius und ich den Glossopharyngeus als Geſchmacksnerven betrachten, Romberg denſelben für den Geſchmacksinſtinktnerven erklärt. Vergl. hierüber weiter die Lehre vom Geſchmack. — 2) Vergl. die Unterſuchungen von Volkmann (Müller's Archiv f. 1840. S. 488), dem wir unſtreitig die wichtigſten Aufklärungen über den anatomiſchen Urſprung und die motoriſche Natur dieſes Nerven verdanken. Er fand das neunte Paar beim Menſchen, beim Kalb, Hund und bei der Katze mit zwei Wurzeln entſtehen, deren jede ſich mit leichter Mühe in zwei Wurzelbündeln auflöſen ließ; das nach Ehrenritter benannte Ganglion gehört der dickeren Wurzel an, ſcheint aber nach Volkmann inkonſtant und, wenn es vorhanden iſt, nur ein abgelöſter Theil vom Ganglion petrosum zu ſeyn. Zuweilen finden ſich ſelbſt vereinzelte Ganglienkugeln zwiſchen den einzelnen Wurzelbündeln vor dem Eintritt in die Ganglienſubſtanz. Nach Volkmann's Unterſuchungen würde jedenfalls als Regel feſtgeſetzt werden müſſen, daß ſämmtliche Wurzelfaſern des Glossopharyngeus durch die Ganglienmaſſe hindurchſetzen (?), und es würde daher unthunlich ſeyn, die beiden Wurzeln des Glossopharyngeus mit den doppelten Wurzeln der Spinalnerven und das Ehrenritter'ſche Ganglion mit den Knoten der ſenſiblen Nervenwurzeln zu vergleichen. Eine Anſicht, welche Bedenken erregt, da bisher eine genaue Unterſuchung der Urſprünge der Hirnnerven in Bezug auf Verlauf und Funktion ſtets mehr Analogie derſelben mit den Rückenmarksnerven nachgewieſen hat. — 3) Volkmann fand, nach Verſuchen beim Kalb und bei der Katze, daß der N. glossopharyngeus nur die beiden genannten Muskeln bewegt, daß kein anderer Nerve auf dieſelben Muskeln Einfluß hat und daß nur die dünnere Wurzel mit motoriſcher Kraft begabt iſt. — 3) John Reid gab in *Todd's* Cyclopaedia of anatomy and physiology Vol. II. p. 494 u. f. eine ſehr gute Zuſammenſtellung eigener und fremder Unterſuchungen über Bau und Funktion des N. glossopharyngeus. Er fand auf Reizung Muskelkontraktionen im Schlunde und im untern Theil des Geſichts, welche er als reflektirte Bewegungen betrachtet; auch nimmt er an, daß der Nerve mit der gewöhnlichen Senſibilität begabt ſey, da die Thiere auf Reizung Zeichen von Schmerzempfindung von ſich geben.

Zehntes Paar.

§. 255.

Unter den Hirnnerven iſt das zehnte Paar (N. vagus) nach dem Trigeminus dasjenige, welches die größte Verbreitung hat. Wegen dieſer ausgedehnten Verzweigung an die verſchiedenſten Organe und wegen der vielfachen Verbindung mit anderen Nerven iſt auch die Funktion dieſes Nervenpaares ſehr ſchwierig auszumitteln und es beſtehen darüber noch mancherlei Kontroverſen. Nachdem einmal durch das Bell'ſche Geſetz und die Anwendung deſſelben auf die Hirnnerven die Anſicht von dem getrennten Urſprunge der ſenſiblen und motoriſchen Faſern in verſchiedenen Wurzeln ſich geltend gemacht hatte, wurde auch die Anſicht aufgeſtellt, daß das elfte und zwölfte Nervenpaar (N. vagus und accessorius Willisii) zuſammen eigentlich nur einem Rückenmarksnerven entſprächen, ſo daß der Vagus mit ſeinem Ganglion die ſenſible Wurzel, der Accessorius die motoriſche darſtellten und beide zuſammen, wie der Trigeminus, ein gemiſchtes Nervenpaar bildeten[1]). Dieſe Anſicht fand ziemlich allgemeine Aufnahme bei den neueren Phyſiologen. Man betrachtet daher faſt allgemein den N. vagus als einen urſprünglich rein ſenſiblen Nerven, der erſt im weitern Verlauf motoriſche Faſern vom Beinerven empfängt. Die Gründe, die man für dieſe Anſicht aufgeſtellt hat, ſind: 1) weil er im Foramen lacerum zu einem Ganglion anſchwillt, welches viele Aehnlichkeit mit einem Ganglion der hinteren Wurzel der Rückenmarksnerven hat. 2) Weil nie Zuckungen im Schlunde oder Magen entſtehen, wenn man den Stamm des Nerven am Halſe galvaniſirt. 3) Weil er ſehr viele Faſern vom Beinerven (Accessorius) erhält, der vorzugsweiſe oder ausſchließlich motoriſcher Nerve iſt[2]). Wir werden ſehen, daß neuere Unterſuchungen auch den Vagus als gemiſchten Nerven erſcheinen laſſen, wofür anatomiſche und phyſiologiſche Thatſachen zu ſprechen ſcheinen.

1) Dieſe ſinnreiche, wie es ſcheint von Görres (Expoſition der Phyſiologie. Coblenz 1805.) zuerſt angedeutete Theorie, wurde von Arnold (Tiedemann und Treviranus Zeitſchr. f. Phyſiol. Bd. III. S. 148) und von Scarpa (Annali universali di medicina. 1831.) vom anatomiſchen Standpunkte behauptet und durch eine ausführliche, auf zootomiſche und phyſiologiſche Unterſuchungen baſirte, ſehr gründliche Arbeit von *Bischoff*, Commentatio de nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Darmst. 1832. weiter ausgeführt; Müller, Gädechens, Bendz, Valentin unterſtützen dieſelbe mit ihrer Autorität. — 2) Vergl. Joh. Müller, Phyſiol. S. 641, wo die Gründe auseinandergeſetzt ſind; doch hat Müller die Anſicht, 3te Aufl. S. 665, dahin modifizirt, daß er behauptet, der N. vagus entſpreche größtentheils der hinteren Wurzel eines Spinalnerven; es ließe ſich aber nicht ſicher behaupten, daß er in allen Fällen ganz ſich ſo verhalte, da ein Verſuch dafür ſpreche, daß die Wurzel auch motoriſche Elemente einſchließe, und dann, weil bei einigen Thieren ziemlich ſtarke Faszikel

von Faſern ſeiner Wurzel am Wurzelganglion vorbeigehen. — Valentin hält den N. vagus blos für einen urſprünglich ſenſiblen Nerven. De funct. nervor. p. 45. bei Sömmerring S. 508.

§. 256.

Nach neueren Unterſuchungen ſcheint es, daß wenigſtens bei den Säugethieren der N. vagus doppelte Wurzeln hat, von welchen der größte Theil das Ganglion durchdringt, der kleinere Theil aber daran vorbei geht [1]). Immer bleibt es aber ſchwierig zu entſcheiden, ob nicht alle Wurzeln des Vagus bald nach dem Austritte mit Ganglienmaſſe durchſponnen ſind [2]). Beim Menſchen entſpringt derſelbe mit zahlreichen Bündeln aus den mittleren Strängen des verlängerten Marks, die ſich zu einem Hauptſtamme vereinigen, der in die Halsvenengrube des Schädels tritt. Sobald er durch die Oeffnung der harten Hirnhaut hindurch getreten iſt, zeigen ſich in ihm eingeſtreute Ganglienkugeln, die dem Jugularknoten angehören. Dies letztere Ganglion gehört dem Vagus größtentheils oder ausſchließlich an und es iſt ſchwer anzugeben, ob und in wie weit der Beinerve dabei Antheil hat [3]); wahrſcheinlich iſt wenigſtens der hintere Stamm des Beinerven davon ausgeſchloſſen, während ihm, auch von zahlreichen Ganglienkugeln durchdrungen, einige Fäden des Zungenſchlundkopfnerven, des Sympathicus und vielleicht auch des Antlitznerven angehören [4]). Der Beinerve verbindet ſich mit dem Vagus beim Durchtritt durch die Halsvenengrube, unterhalb der Oeffnung der harten Hirnhaut; beide Nerven miſchen ſich ſogleich wechſelſeitig. Ob die eigenthümliche Wurzel des zehnten Paares rein ſenſibel ſey, oder ſchon einige Bewegungsfaſern enthalte, war bisher zweifelhaft. Neuere Experimente laſſen dies aber vermuthen [5]). Beim Durchſchneiden entſteht immer heftiger Schmerz [6]); bei der Reizung nach der Durchſchneidung hat man aber auch Bewegung in ſehr verſchiedenen Theilen, zu denen der Vagus geht, eintreten ſehen. Dieſe Theile ſind: der weiche Gaumen, mit ſeinen ſämmtlichen Muskeln, der obere und untere Schlundkopfſchnürer, die Speiſeröhre mit ihrer ganzen Länge und Breite, der Magen und mehrere Muskeln des Kehlkopfs [7]). Durch die frühzeitig eintretende Verbindung des faſt ganz oder ganz motoriſchen Beinerven wird der N. vagus ſehr gemiſcht und es zeigt ſich im ganzen weiteren Verlauf eine ſenſorielle und motoriſche Beſchaffenheit ſeiner Fäden, welche auch außerdem Anaſtomoſen mit den Halsnerven und mit dem ſympathiſchen Nerven eingehen.

1) Remak machte dieſe auch phyſiologiſch wichtige Beobachtung bei Hunden, Katzen und Kaninchen. Froriep's neue Notizen. 1837. Nr. 54. Volkmann fand ebenfalls beim Hund und Schaf, daß ein Theil der Wurzeln des zehnten Paares am Ganglion vorbeiſtreicht, mit welchem ſie nur durch Zellgewebe verbunden ſind. A. a. O. S. 491. — 2) Volkmann fand beim Kalbe Ganglienmaſſe zwiſchen allen zahlreichen Wurzeln des Vagus. — 3) Vergl. hierüber Valentin bei Sömmerring S. 482. Valentin giebt an, daß es wenigſtens bisweilen den Anſchein habe, als zeige ſich gan=

glióſe Maſſe auch bis in die Verbindung mit dem Beinerven hinein. Er hält für möglich, daß die Verhältniſſe bei verſchiedenen Menſchen verſchieden ſeyen. — 4) Nach Valentin a. a. O. S. 483. — 5) So von Volkmann, der eine Reihe von Experimenten mit großer Umſicht anſtellte, von Stilling, nach mündlicher und ſchriftlicher Mittheilung, und von mir, indem ich dieſe Experimente wiederholte. — 6) Valentin giebt De functione nervor. p. 45 an, daß beim lebenden Kaninchen ſchon eine leichte mechaniſche oder chemiſche Reizung der Nervenwurzel ſo heftigen Schmerz erregt, daß das Thier erbärmlich ſchreit, ohne daß jedoch dieſe Schmerzäußerungen ſo lange dauern, wie bei Durchſchneidung des fünften Paares. Bleibt der Nerve mit dem Hirn verbunden, ſo entſtehen auf Reizung die gewöhnlichen Reflexionsbewegungen. — 7) Merkwürdig iſt, daß Valentin ausdrücklich angiebt, weder im Schlunde, noch Schlundkopf, noch Magen, Kehlkopf, Luftröhre Bewegungen beim Pferde, Hund oder Kaninchen wahrgenommen zu haben. Volkmann trennte die Wurzeln des Glossopharyngeus und Accessorius aufs vollſtändigſte und fand die obengenannten Bewegungen im Momente der Durchſchneidung der einzelnen Wurzeln und bei deren Reizung beim Kalb, Schaf, Hund, bei der Ziege und der Katze. Kräuſelungen an den Muskeln des Kehlkopfs und zwar am M. crico-arytaenoideus posticus und lateralis ſah er bei der Katze, am cricoarytaenoideus posticus beim Hunde. Dagegen hält Volkmann die entſtandenen Magenbewegungen nur für ſekundär, indem er durch die kräftigen Zuſammenziehungen der Speiſeröhre in der Nähe der Cardia erſchüttert wird. Stilling ſah deutliche Bewegungen im Schlunde, am Magen und in der Stimmritze bei Reizung der Wurzeln des Vagus und ich habe ebenfalls gleich nach den kräftigen Kontraktionen des Oeſophagus langſame, ſtarke Bewegungen des Magens von der Cardiaſeite her und am Grunde geſehen, welche ich nicht als ſekundäre oder als vom Luftreiz (bei geöffneter Bauchhöhle) entſtandene betrachten konnte.

§. 257.

Die Verzweigungen des zehnten Paares, mit den früher genannten Nerven gemiſcht, erſtrecken ſich am Kopf bis zu dem äußeren Gehörgang und Ohre, zum Schlund, Kehlkopf, zu der Luftröhre, Schilddrüſe, dem Herzen, Magen und noch weiter bis zu den Geflechten an den großen Gefäßſtammen, der Eingeweidearterie und oberen Gekröspulsader, aus denen auch die übrigen Eingeweide des Unterleibs Nerven erhalten. Ueberall hier ſcheint er die Senſibilität zu vermitteln; er iſt alſo der Empfindungsnerve für Stimm- und Athemwerkzeuge und für den Magen. Dieſe Senſibilität iſt eine dreifache: 1) die allgemeine, für Luſt und Schmerz; 2) für die ſpezifiſchen Empfindungen des Hungers und Durſts und der Sättigung; 3) für das Athembedürfniß.

Es iſt hier nicht die Aufgabe, die Kategorien der Senſibilität zu prüfen, wohin denn auch die Frage gehört, inwiefern die einzelnen Nervenprimitivfaſern oder entſprechenden Theile im Gehirn in gewiſſen Beziehungen ſtehen zu den mancherlei ſpezifiſchen Empfindungen von Luſt und Schmerz, welche nach den Organen, wie z. B. Herzen, Magen, Genitalien die verſchiedenſten Nuancen zeigen. Da hierzu ein ausführliches kritiſches Eingehen in ſehr viele ſpezielle Thatſachen nöthig iſt, woraus erſt ſich allgemeine Betrachtungen entwickeln laſſen, ſo ſtelle ich dieſe Aufgabe in das Gebiet der allgemeinen Phyſiologie.

§. 258.

Was die Funktion der einzelnen Aeſte des **Vagus** betrifft, ſo ſcheint der Ohraſt die Senſibilität des äußeren Gehörorgans zu vermitteln. Die Schlundzweige ſind gemiſcht, ebenſo die beiden Kehlkopfzweige, der obere iſt aber weit mehr ſenſibel, der untere dagegen viel mehr motoriſch. Bei Reizung des oberen Kehlkopfzweigs entſteht Schmerz und leiſes Erzittern der Schleimhaut des Kehlkopfs und der Stimmritzenbänder, wobei die Stimme nicht verändert werden ſoll. Die Durchſchneidung des **R. recurrens** iſt wenig oder gar nicht ſchmerzhaft, es entſteht aber Heiſerkeit oder Stimmloſigkeit, da die meiſten Kehlkopfmuskeln dadurch gelähmt werden [1]. Die übrigen Zweige in der Bruſt vermitteln die Senſibilität der daſelbſt gelegenen Organe [2]. Durchſchneidung des **Vagus** auf einer Seite am Halſe iſt nicht abſolut tödtlich; es können Thiere Jahre lang fortleben; bei Durchſchneidung auf beiden Seiten, am Halſe oder oberen Bruſttheile, iſt die Athmung gehemmt und die Veränderung des Blutes alſo ſiſtirt, weshalb der Tod erfolgt. Durchſchneidung unterhalb der Lungen, kurz über oder unter dem Zwerchfell iſt, wenn auch nicht für ſich, doch durch die Nebenverletzungen meiſt tödtlich. Dieſe Verletzungen ſind mit eigenthümlichen Symptomenreihen verknüpft, welche ſich auf die geſtörte Funktion dieſer Organe beziehen [3].

1) Ueber die hierher gehörigen Experimente vergl. Valentin a. a. O. und Volkmann. Der letztere ſah bei Reizung des **Laryngeus superior** bei einer Katze auch ſtärkere Muskelaktionen, nämlich des **M. cricothyreoideus, constrictor faucium supremus** und bei Hunden und Kälbern auch des **hyothyreoideus**; bei Reizung des peripheriſchen Endes des **Vagus** bewegten ſich dagegen **M. cricoarytaenoideus posticus** und **lateralis** auf das deutlichſte. Bei einem jungen Hunde wurden die **NN. laryngei superiores** durchſchnitten, wodurch die Bewegungen der Stimmritze nicht im mindeſten verändert wurden. Bei einem zweiten ähnlichen Thiere wurde der **Vagus** auf beiden Seiten am Halſe durchſchnittten, ſogleich ſchloß ſich die Stimmritze, um ſich nicht wieder zu öffnen, indem die Wirkung der **RR. recurrentes** vernichtet wurde. — 2) Nach Valentin a. a. O. und **De nervor. funct.** verlaufen wahrſcheinlich auch Primitivfaſern vom **Vagus** unter der Innenhaut des Herzens und tragen hier als ſenſorielle Primitivfäden zu den fortwährenden Reflexionsbewegungen dieſes Organs bei. Vergl. Valentin bei Sömmerring S. 509. — 3) Vergl. die genauere Schilderung bei Valentin a. a. O. Nach Durchſchneidung oder Lähmung der beiden herumſchweifenden Nerven treten folgende Symptome ein: Der Kehlkopf iſt unempfindlich, wenn die Verletzung über dem Abgang des Kehlkopfzweiges ſtattgefunden hat, wenn unterhalb, bleibt die Empfindlichkeit. In beiden Fällen entſteht leicht hin und wieder Huſten als Reflexionsbewegung vom centralen Ende des Nerven; die Stimme iſt matt, heiſer, oder fehlt gänzlich; die Senſibilität der Schleimhaut der Luftröhre iſt ſehr vermindert oder ganz aufgehoben; das Athmen erfolgt langſamer und beſchwerlicher; das immer dunkler werdende arterielle Blut iſt zuletzt vom Venenblute nicht mehr zu unterſcheiden; die thieriſche Wärme ſinkt, hebt ſich aber wieder (wenigſtens bei Vögeln) unmittelbar vor dem Tode; die Zuſammenziehung der Herzkammer wird unmittelbar nach der Operation ſchwächer und ſchneller und bleibt ſo, bis ſie durch die Athembeſchwerden intermittirend

oder langſamer werden. Im Magen erliſcht das Gefühl des Hungers, es tritt aber Gefräßigkeit ein, weil das Gefühl der Sättigung fehlt; die Bewegungen des Magens ſind ſehr gemindert oder gänzlich gelähmt, weshalb der Magenſaft die Speiſen nicht durchdringt und dieſe daher nur unvollkommen chymifizirt werden; der Chemismus iſt jedoch nicht gehindert und der Magenſaft reagirt noch ſauer; das Erbrechen iſt ungehindert und erfolgt oft nach der Operation von ſelbſt. Iſt der Nerve nur an einer Seite durchſchnitten oder findet Regeneration ſtatt, ſo können alle dieſe gefährlichen Zeichen ſich nach und nach ausgleichen, während ſonſt der Erſtickungstod mit oder ohne Convulſionen eintritt.

Elftes Paar.

§. 259.

Das elfte Nervenpaar oder der Beinerve (Accessorius Willisii) wird allgemein als ein rein motoriſcher Nerve betrachtet. Auf die Reizung deſſelben erfolgt keine Aeußerung von Schmerz [1]). Er vermittelt die für die Athembewegungen [2]) wichtigen Aktionen des Kopfnickers und Kappenmuskels und hat, wie es ſcheint, entſchiedenen Einfluß auf die Bewegungen des Herzens [3]). Zweifelhaft bleibt ſeine motoriſche Eigenſchaft für Schlund und Magen, ſowie für die Stimme. Neuere, direkte Verſuche machen es wieder ſehr zweifelhaft, daß der N. accessorius, wie man in der letzten Zeit ziemlich allgemein annahm, der eigentliche Stimmnerve ſey, als welcher vielmehr, wie in älteren Zeiten, der N. vagus zu betrachten ſeyn dürfte [4]).

1) So nach den Verſuchen von *Bischoff*, De N. accessorii anat. et phys. commentatio p. 90 am Hund und an der Ziege angeſtellt und von Valentin am Kaninchen. De funct. nervor. p. 38. — 2) Nach Bell (Ueberſ. von Romberg S. 113) ſoll dieſer Nerve nur den automatiſchen Athembewegungen vorſtehen; die willkürlichen ſollen von den in die obengenannten Muskeln eintretenden Rückenmarksnerven herrühren. — 3) Auf Reizung entſteht bei Thieren, z. B. bei Kaninchen, vermehrte Herzbewegung oder wird wieder hergeſtellt, wenn dieſelbe ſchon aufgehört hat. Vergl. Volkmann a. a. O. S. 498. — 4) Arnold u. A. m. erklärten, vorzüglich auf pathologiſche Beobachtungen fußend, den N. accessorius als Stimmnerven, vergl. §. 253. Anm. 1. und Arnold Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks. Zürich 1838. S. 123. — Volkmann's neue und wie es ſcheint genaue und zahlreiche Beobachtungen ſetzen den N. vagus wieder in ſein Recht ein; er ſtellte Verſuche an friſchgetödteten Kälbern, Ziegen, Hunden, Katzen und Kaninchen an; es entſtanden heftige Bewegungen am Halſe und an der Schulter, welche ſich als Kontraktionen des M. sternocleidomastoideus und trapezius ergaben; nie, auch bei den reizbarſten Körpern, zeigten ſich Bewegungen weder im weichen Gaumen, noch im Schlunde, noch im Kehlkopf, welche ſogleich entſtanden, ſobald der Vagus gereizt wurde. Nach Valentin würde ſich nach ſeiner Durchſchneidung wegen beeinträchtigter Thätigkeit der Kehlkopfmuskeln Heiſerkeit und Lautloſigkeit der Stimme erzeugen, während nach ſeiner Reizung außer dem Herzen auch Bewegungen im Schlundkopf, in der Speiſeröhre und im Magen erfolgen ſollen.

Zwölftes Paar.

§. 260.

Das zwölfte Paar, der Zungenfleiſchnerve (N. hypoglossus) zeigt ſchon in ſeinem Urſprunge die große Verwandtſchaft mit den vorderen oder motoriſchen Wurzeln der Rückenmarksnerven. Er entſpringt mit zehn bis zwölf einzelnen Strängen zwiſchen Pyramide und Olive (Ic. phys. Tab. XXVII. fig. II. IV), die ſich in ein abgeſondertes vorderes und hinteres Bündel ſammeln. Zuweilen, wie es ſcheint aber ſehr ſelten, findet man ein hinteres Würzelchen mit einem ſehr kleinen Ganglion vor dem Austritte aus der Schädelhöhle [1]). Bei vielen Säugethieren ſchwillt die hintere Wurzel, wie es ſcheint, regelmäßig in ein Ganglion an [2]). Hierdurch wird es ſchon anatomiſch wahrſcheinlich, daß der Nerve, wenn auch vorzugsweiſe einer vorderen Rückenmarkswurzel vergleichbar, doch auch Faſern enthält, welche den mit Ganglien verſehenen hinteren Rückenmarkswurzeln gleichen. Die Experimente ſcheinen dies zu beſtätigen. Wird bei Thieren der Zungenfleiſchnerve hoch oben durchſchnitten, ſo zeigt ſich kein oder nur ein geringer Schmerz. Die Aeußerungen von Schmerz, die man beobachtet hat, rühren vielleicht von Faſern aus andern Nerven her, mit denen er durch ein Gangliengeflecht beim Austritt aus der Schädelhöhle verbunden iſt. Bei der Reizung ſieht man, wenigſtens bei Kaninchen, daß das vordere Bündel nie, dagegen das hintere heftige Zuckungen in der Zunge hervorruft [3]).

1) Dieſes Ganglion entdeckte Mayer (Nov. act. acad. Leopold. Vol. XVI. p. 744 Tab. 53). Andere, wie Bach und Valentin, konnten es nicht wiederfinden. — 2) So nach den Beobachtungen von Mayer beim Ochſen, Schwein und Hund. — 3) Valentin bei Sömmerring S. 524 giebt an, daß beim Hund oder Pferd beim Durchſchneiden hoch oben gegen das Loch an den Gelenkflächen des Hinterhauptbeines kein oder nur ſehr geringer Schmerz eintrete. Die Aeußerungen von Schmerz, welche Magendie und Desmoulius, Mayo, Steinrück u. A. m. geſehen haben, könnten möglicher Weiſe durch zugemiſchte Faſern vom Vagus und den oberſten Halsnerven herrühren. Das Experiment an Kaninchen führt Valentin De funct. nervor. p. 39 an. — Daß der Nerve hauptſächlich motoriſch ſey, darüber ſtimmen alle Beobachter, von Magendie bis auf Joh. Müller, Valentin und Volkmann überein. Bei der mechaniſchen oder galvaniſchen Reizung entſtehen die heftigſten Zuckungen in der ganzen Zunge, bis an die Spitze.

§. 261.

Der N. hypoglossus iſt der motoriſche Nerve für die Zunge, welcher die Bewegungen derſelben beim Schlingen und Kauen, und bei den von der Zunge abhängigen artikulirten Sprachbewegungen leitet. Darüber ſind jetzt alle Beobachter einig [1]). Werden beide Zungenfleiſchnerven bei Thie-

ren durchſchnitten, was am beſten bei Hunden geſchieht, ſo iſt die Bewegung der ganzen Zunge gelähmt, während Geſchmacksempfindung und Senſibilität unverändert ſind. Die Zunge bleibt regungslos auf dem Boden der Mundhöhle liegen oder fällt mechaniſch heraus und kann dann nicht mehr willkürlich zurückgebracht werden; ſie kommt beim Kauen zwiſchen die Zähne, wird dann verwundet und erregt die heftigſten Schmerzen, ohne daß das Thier ſich helfen kann [2]). Auch beim Menſchen wird die Zunge bei apoplektiſchen Anfällen häufig gelähmt, wobei in der Regel die Lähmung auf der entgegengeſetzten Seite der ſonſt gelähmten Extremitäten und des entſprechenden Geſichtstheils ſich zeigt. Es ſcheint, daß der **R. descendens**, welcher allgemein als Zweig des **Hypoglossus** betrachtet wird, nur ſehr wenige motoriſche Faſern von dieſem Nerven enthält, da nur der **Musc. thyreohyoideus**, ſeltener der **sternohyoideus** bei der galvaniſchen Reizung des Nerven in Zuckungen geräth, nicht die übrigen Muskeln, an denen ſich der Aſt verzweigt [3]).

1) Schon Galen hatte die Anſicht von der motoriſchen Eigenſchaft aufgeſtellt, während Boerhaave den **Hypoglossus** für den Geſchmacksnerven hält. Daß er ausſchließlich Bewegungsnerve für die Zunge iſt, beweiſen die übereinſtimmenden Verſuche von Magendie, Mayo, Joh. Müller, Panizza, Gurlt und Kornfeld, Valentin, Volkmann u. a. m. — 2) Vergl. darüber vorzüglich die Verſuche von Panizza über die Verrichtungen der Nerven, überſetzt von Schneemann S. 90 u. f. und Valentin a. a. O. — 3) Volkmann fand bei mikroſkopiſcher Unterſuchung des **R. descendens hypoglossi** bei Thieren, daß die Faſern nicht alle einen centralen Verlauf haben, ſondern peripheriſchen Urſprungs zu ſeyn ſcheinen, es ſcheint, daß die Faſern aus den oberen Halsnerven ſtammen. Phyſiologiſche Experimente beſtätigen dies. Nie konnte der **M. omohyoideus, sternothyreoideus** vom **Hypoglossus** aus bewegt werden; dies war nur bei zwei Kälbern für den **sternohyoideus** möglich. Die Muskeln, welche nach Volkmann's Unterſuchungen auf Reizung in Zuckungen geriethen, ſind der **M. styloglossus, hypoglossus, genioglossus, lingualis, thyreohyoideus.**

Von der Funktion der Rückenmarksnerven.

§. 262.

Um die verſchiedene Funktion der beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven zu prüfen, bedient man ſich am beſten der Fröſche, wo der Verſuch leicht auszuführen iſt, während die Ausführung bei den Säugethieren im Leben höchſt grauſam und von heftiger Blutung begleitet iſt. Zur Eröffnung der Rückenmarkshöhle empfiehlt ſich vorzüglich die oben (§. 243) beſchriebene Knochenzange [1]). Man ſchneidet die Haut weg, trägt die Rückenmuskeln, welche auf den Bogen liegen, mit Skalpell und Scheere ab und bricht dann die Bogen raſch weg, wobei man Druck auf das Rückenmark möglichſt vermeiden muß. Man kann die Rückenmarkshöhle ihrer ganzen Länge nach öffnen, oder blos den hinteren Theil, wo man

bald auf die langen Nerven der hinteren Extremitäten ſtößt; man hebt die Wurzeln vorſichtig mit der (§. 243) beſchriebenen Nadel auf und ſchneidet ſie dicht am Rückenmark ab. Ebenſo leicht gelingt dieſe Iſolirung an den vorderen Extremitäten, wo die hintere Nervenwurzel ſehr dick iſt. Man legt nun die Wurzeln auf ein Glasblättchen und reizt ſie mechaniſch oder galvaniſch mit dem einfachen Plattenpaar. Auf Reizung der hinteren Wurzel erfolgt niemals eine Spur von Zuckung in den hinteren Extremitäten, welche ſogleich erfolgt, ſobald man die vordere Wurzel eines oder mehrerer Nerven berührt. Werden die hinteren Wurzeln auf der rechten Seite durchſchnitten, ſo iſt der rechte Schenkel empfindungslos; man kann denſelben ſchneiden, brennen ꝛc., ſo reagirt der Froſch nicht. Läßt man die hinteren Wurzeln ganz und durchſchneidet die vorderen, ſo kann der Froſch den Fuß nicht bewegen, hat aber alle Empfindung, reagirt gegen Reize, bewegt ſich mit den drei andern Füßen weiter, während er den rechten nachſchleppt. So kann man die Verſuche auf alle beliebige Weiſe variiren, kann auch die Rückenmarkshöhle von vorne öffnen, wobei man ſich der Zange oder der kleinen Knieſcheere (§. 243) bedient[2]. Niemals darf man zu ſtarke galvaniſche Reizung anwenden. In ſolchem Falle erfolgt auch auf Reizung der hinteren Wurzeln Muskelzuckung, weil das galvaniſche Fluidum von den ſenſitiven Wurzeln auf die motoriſchen überſpringt; denn durch feuchte Theile wird der elektriſche Strom weiter geleitet und vertheilt. Daher haben die von mehreren Beobachtern angeſtellten Verſuche zu falſchen Reſultaten geführt[3]. Auch muß man ſich nicht durch Reflexionserſcheinungen täuſchen laſſen, welche entſtehen, wenn man Reize applizirt, während die Nervenwurzeln noch mit den Rückenmarke in Zuſammenhange ſind. In dieſem Falle kann der Reiz von den ſenſitiven Wurzeln auf das Rückenmark und Gehirn fortgepflanzt werden und von da auf die motoriſchen überſpringen, wo dann auch Zuckungen entſtehen. Das Bell'ſche Geſetz hat ſich bis jetzt bei allen umſichtig angeſtellten Verſuchen nur beſtätigt.

1) Müller hat zuerſt die entſcheidenden, nicht ſchwer zu wiederholenden Verſuche an Fröſchen angeſtellt. Es bedarf erſt einiger Uebung, um das Rückgrat zu öffnen, wozu ich die Zange ebenfalls für das beſte Werkzeug halte. Vergl. Joh. Müller Handb. der Phyſiol. I. S. 649 Desmoulius und Magendie (Anat. des systèmes nerveux p. 777) wendeten Säugethiere an, kamen aber dabei zu keinem entſcheidenden Reſultate. Panizza und andern Beobachtern iſt das Experiment auch bei Säugethieren gelungen. — 2) So öffnet Stilling (§. 243) ſehr zweckmäßig die Rückenmarkshöhle partiell von vorne, indem er zuerſt die Verbindungen der Wirbelkörper mit der kleinen Knieſcheere trennt, dann die Körper ſelbſt abſchneidet. Ein beſonders für manche ſpäter anzuführende Verſuche zweckmäßiges Verfahren. — 3) So wurde Seubert getäuſcht, welcher ſtatt mit einem einfachen Plattenpaare, mit 50 Plattenpaaren operirte. *Seubert* **De functione rad. ant. et post. nerv. spec. Diss. inaug. Caroliruhae 1833.** Vergl. die Kritik bei Joh. Müller a. a. O. — 4) Volkmann, in ſeiner ſonſt trefflichen, mehrfach citirten Abhandlung ſcheint auf die Anſicht Magendie's zurückzukommen,

daß die hinteren Wurzeln nicht ausſchließlich, wenn auch vorzugsweiſe ſenſibel, ebenſo die vorderen nicht ausſchließlich motoriſch ſeyen. Er bezieht ſich dabei auf die Beobachtung von Marſhall Hall, der bei einer Schildkröte und bei einem Rochen fand, daß bei Reizung der hinteren Rückenmarksnervenwurzeln auch Bewegung entſteht, was Joh. Müller mit Recht auf Reflexionsbewegung bezieht. Archiv f. Phyſiol. 1840. S. 509.

§. 263.

Beim Menſchen und bei allen Wirbelthieren ſind die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven mit Ganglien verſehen, an denen die Primitivfäden der vorderen Wurzeln vorbeiſtreichen, ohne darein einzugehen. Dann vermiſchen ſich die ſenſitiven und motoriſchen Faſern, ſo daß die Stämme und Zweige der Rückenmarksnerven gemiſchter Natur ſind. Sie dringen ſo zu allen übrigen Theilen des Körpers, geben Faſern an den **Sympathicus**, an die Muskeln und zur Haut. Die Hauptäſte ſind exkluſiv oder vorzugsweiſe ſenſibel, doch enthalten ſie wohl auch einige motoriſche Faſern, wie die ſogenannte Gänſehaut zeigt: auch die Muskeln beſitzen einige, wenn auch geringe Senſibilität und erhalten daher auch einige ſenſible Faſern. Die oberſten Halsnerven gehen noch Combinationen mit einigen Hirnnerven ein; ihre ſenſiblen Zweige gehen zur Haut am Hinterhaupt, Ohr, Kinn und an der Wange, während ſie auch motoriſche Zweige zu einigen Zungenmuskeln geben [1]). Der Zwerchfellnerve (**N. phrenicus**) wird von Wurzelfäden des vierten Halsnerven gebildet, bekommt aber auch Zuwachs vom zweiten, dritten, fünften und ſiebenten Halsnerven, ſowie vom **N. glossopharyngeus** und wahrſcheinlich auch vom **Vagus**. Der **N. phrenicus** wird zwar aus Faſern von beiden Wurzeln der Halsnerven zuſammengeſetzt, iſt aber weit mehr motoriſch, als ſenſibel; er verzweigt ſich ausſchließlich an das Zwerchfell. Es erfolgen ſtarke Zuckungen in der ganzen vorderen Ausbreitung des Zwerchfells, wenn man den Stamm des Nerven in der Bruſthöhle reizt [2]). Der **N. phrenicus** vermittelt die unwillkürlichen Athembewegungen durch Heben und Senken des Zwerchfells. Doch ſollen ſelbſt beide Zwerchfellnerven ohne ſichtlichen Nachtheil für das Fortbeſtehen des Lebens durchſchnitten werden können [3]).

1) Die Verſuche von Volkmann a. a. O. S. 504 haben gezeigt, daß auf Reizung der oberſten Halsnerven Muskeln bewegt werden, welche theils ausſchließlich von denſelben abzuhängen ſcheinen, wie die **MM. sternohyoideus**, **sternothyreoideus**, und andere, welche auch vom elften und zwölften Paare abhängig ſind, wie der **thyreohyoideus**, der **sternocleidomastoideus**, dann auch mehrere Nackenmuskeln. Nie ſah Volkmann, wie Valentin angiebt, Bewegungen im Schlunde. — 2) Dies iſt einer der leichteſten Verſuche, z. B. bei Kaninchen und Hunden, und der Nerve behält ſeine Reizbarkeit öfters faſt eine Stunde nach dem Tode. Ich habe ebenſo wenig als Valentin auf Reizung des **Phrenicus** Bewegungen im Magen und Herzen entſtehen ſehen. — 3) So wenigſtens bei Kaninchen, wie Valentin angiebt. **De funct. nervor. p. 60.**

Von der Funktion des ſympathiſchen Nerven.

§. 264.

Ueber den großen ſympathiſchen Nerven und deſſen Funktion ſtehen ſich zwei Anſichten gegenüber. Die Einen, welche bisher das Uebergewicht hatten, betrachten denſelben als ein eigenes, gewiſſermaßen vom Gehirn und Rückenmark unabhängiges Nervenſyſtem, das man mit dem Namen des organiſchen Nervenſyſtems belegt hat [1]). Außer den Verbindungen mit den Hirn- und Rückenmarksnerven, von denen er Faſern aufnimmt, ſollte er eigene, organiſche Faſern enthalten, deren Exiſtenz aber, wie früher angegeben wurde, unwahrſcheinlich iſt (Vergl. §. 233. Anm. 4). Der **Nervus sympathicus** ſcheint vielmehr keine eigenen Faſern zu erhalten. Das graue Anſehen einzelner Fäden rührt wohl nur von eingeſtreuten Ganglien her, das ſchmuzig-röthliche Ausſehen anderer Nerven von Zellgewebsfaſern (Knötchenfibrillen) welche oft einzelne Primitivfaſern reichlich umgeben und von Blutgefäßnetzen umſponnen werden. Es ſcheinen ſich vielmehr im ganzen ſympathiſchen Nerven nur die gewöhnlichen ſenſoriellen und motoriſchen Faſern, von andern Nerven herrührend, zu finden, welche in den häufigen Knotenbildungen im Kopf, in der Bruſt und im Unterleib von zahlreichen Ganglienkugeln belegt und umgeben werden. Die Primitivfaſern ſcheinen höchſtens in den Ganglien etwas dünner zu werden (§. 231). In dieſem Sinne iſt alſo der **N. sympathicus** wirklich ein Cerebroſpinalnerve, als welchen man denſelben neuerdings zu betrachten pflegt [2]).

1) Die Anſicht, daß der ſympathiſche Nerve ein eigener Nerve ſey, wurde wohl zuerſt mit von Sömmerring ausgeſprochen, jedoch nur unbeſtimmt, „es ſey ein Nerve, der für ſich beſtehe und mit den Hirn- und Rückenmarksnerven nur vereinigt ſey". Vergl. Sömmerring's Lehre vom Hirn und von den Nerven. 2te Aufl. 1800. S. 322. Bichat ſtellte zuerſt die Lehre von einem organiſchen Nervenſyſtem auf, während die älteren Anatomen ihn bald, wie Haller, als einen Hirnnerven, bald, wie Petit, als einen Rückenmarksnerven betrachteten. Vergl. Valentin De funct. nervor.
2) Dieſe Anſicht wird neuerlich vorzüglich von Valentin wieder geltend gemacht. Vergl. §. 233.

§. 265.

Nach neueren Unterſuchungen ſcheint es gewiß, daß der **Nervus sympathicus** Zweige von allen Hirnnerven, mit Ausnahme der drei höheren Sinnesnerven, und von den vorderen und hinteren Wurzeln ſämmtlicher Rückenmarksnerven bekommt [1]). Die Primitivfaſern bilden in den Ganglien Plexus, zwiſchen denen ſich Ganglienkugeln befinden, treten aber ungeändert aus [2]) den Ganglien heraus, von denen keine eigenen Faſern ausgehen.

1) Vergl. hierüber die anatomiſchen Lehrbücher. Die Verbindung mit den Hirnnerven ſcheint durch die Knoten des N. oculomotorius, trigeminus, facialis, glossopharyngeus, accessorius, hypoglossus, oder des Ganglion ciliare, oticum, sphenopalatinum, petrosum, cavernosum, maxillare inferius vorzüglich bewirkt zu werden. Man hat Fäden zu allen Hirnnerven, mit Ausnahme des N. trochlearis, aufgefunden. — 2) Schon im letzten Paragraph wurde bemerkt, daß die Primitivfaſern allerdings in den Ganglien etwas dünner zu ſeyn ſcheinen, gleich als ob ſie zwiſchen den Ganglienkugeln eingepreßt wären, was denn auch anatomiſch die Einwirkung der letzteren auf die erſteren erklärlich machen würde.

§. 266.

Auch die vergleichende Anatomie ſpricht ſehr zu Gunſten der Anſicht, daß der N. sympathicus in gewiſſem Sinne nur Cerebroſpinalnerve ſey. Bei den Cykloſtomen unter den Fiſchen wird der Sympathicus ganz oder meiſt vom Vagus erſetzt und daſſelbe gilt von den Schlangen, wo auch außerdem Zweige von den Rückenmarksnerven direkt zu den Eingeweiden gehen. Eine merkwürdige anatomiſche Thatſache iſt es ferner, daß beim Menſchen und bei den Säugethieren einige Sekretionsorgane, wie die Thränendrüſe, die Milchdrüſe, ebenfalls direkte, nicht durch den Sympathicus vermittelte Aeſte erhalten.

§. 267.

Die Aeſte, welche vom N. sympathicus zu den Eingeweiden gehen, vermitteln die Empfindungen und Bewegungen derſelben. Es iſt z. B. leicht durch das Experiment nachzuweiſen, wie die periſtaltiſche Bewegung im Darmkanal ſich bei Kaninchen, Hunden und andern Thieren auf Reizung des Plexus solaris oder einzelner, direkt zum Darm gehender Aeſte, ſtark und anhaltend vermehrt [1]). Durch ähnliche Verſuche wird auch die motoriſche Eigenſchaft anderer Faſern und deren Einwirkung auf die Eingeweide nachgewieſen [2]). Das Herz wird bewegt durch Reizung des unterſten Halsganglions, ſowie, doch nur im geringen Maaße, vom oberſten Bruſtganglion [3]). Selbſt die großen Gefäßſtämme in der Bruſt und im Unterleib will man auf Reizung der Ganglia thoracica ſich haben zuſammenziehen ſehen [4]). Durch Reizung der Cervikalganglien entſtehen Kontraktionen im Schlund; Bewegungen im Magen auf Reizung des vierten bis ſiebenten Halsbruſtnerven und der zwei oberſten Bruſtganglien. Viele Zweige des Sympathicus und anderer Nerven vermitteln die Bewegung des Darmes [5]). Reizung der unterſten Lendennerven und der oberen Kreuzbeinnerven bewirkt ſehr ſtarke Zuſammenziehungen des Maſtdarms, der Blaſe, der Gebärmutter, der Eileiter. Auf Reizung des N. splanchnicus major ſah man beim Pferde Kontraktionen im Ductus choledochus, deſſen Zuſammenziehungen auch bei Vögeln ſehr deutlich ſind. Ebenſo ſieht man Bewegung in den Harnleitern anf Reizung der Ganglia abdominalia und

der Wurzeln der Abdominalrückenmarksnerven. Die Blaſe erhält ihre Nerven vorzüglich vom Sakraltheil. Das Vas deferens und die Saamenbläschen ziehen ſich auf Reizung der beiden unterſten Lumbarganglien zuſammen [6]).

1) Dies iſt einer der am leichteſten anzuſtellenden, zuerſt von Joh. Müller angegebenen Verſuche. Man öffnet raſch die Unterleibshöhle eines friſch getödteten Kaninchens und breitet den Darmkanal aus. Nach einigen Augenblicken tritt, wahrſcheinlich in Folge des Reizes der äußeren Luft, periſtaltiſche Darmbewegung ein, welche bald langſamer wird und dann aufhört. Hierauf betupft man das Ganglion coeliacum mit Kali causticum; ſogleich treten kräftige wurmförmige Bewegungen im Darm ein, die man auch an einzelnen Darmſchlingen durch Betupfen der dahin gehenden Nervenfäden hervorrufen kann. Es ſind nicht blos reflectirte Bewegungen, denn ſie treten auch ein, wenn man den Darm mit dem Gekröſe abgeſchnitten hat und nun Nervenfäden reizt. — 2) Vergl. die ausführlichen und zahlreichen Verſuche von *Valentin* de funct. nervor. Er ſtellte dieſelben an mehr als 300 Cadavern von Pferden, Kaninchen, Schafen, ſelten an Hunden und Katzen an, da hier die Irritabilität zu ſchnell abſtirbt. — 3) Außerdem wird das Herz nach Valentin ſehr ſtark bewegt auf Reizung des Plexus cardiacus. ferner der Wurzel des Accessorius, der vier erſten Halsnerven und des Stammes des N. vagus zwiſchen Larynx und Thorax; die meiſten motoriſchen Faſern für das Herz ſollen vom Vagus kommen. — 4) Schwer iſt nach Valentin die Zuſammenziehung der großen Gefäßſtämme nachzuweiſen; die Aorta vom Pferde zieht ſich auf Reizung der Ganglia thoracica vom dritten Ganglion an zuſammen; von den Venen, welche ſich ſtärker, aber langſamer zuſammenziehen, als die Arterien, ſah Valentin die untere Hohlvene auf Reizung des Sympathicus im Unterleib ſich zuſammenziehen; ebenſo ſah er Zuſammenziehungen im Ductus thoracicus auf Reizung des Bruſttheils. — 5) Vermehrte Bewegung des oberen Theils der dünnen Gedärme ſah Valentin durch Reizung des N. oculomotorius bei der Katze und dem Pferde, nicht beim Kaninchen und beim Hunde; bei allen Thieren durch Reizung der Wurzel des N. trigeminus und accessorius, der Rücken- und Lendennerven. Vom Sympathicus erregt Darmbewegung der Bruſt- und Unterleibstheil, der Splanchnicus major und minor, der Plexus coeliacus, mesentericus superior und inferior. — 6) Die bisherigen Angaben ſind aus Valentin entlehnt, dem man bei weitem die meiſten und ſorgfältigſten Beobachtungen hierüber verdankt.

§. 268.

Die Senſibilität der Theile, zu welchen der Sympathicus Zweige giebt, iſt gewöhnlich gering. Nach Verwundungen treten in unmittelbarer Folge wenige oder keine Schmerzen ein. Aber viele pathologiſche Erſcheinungen, wie z. B. Entzündungen der Unterleibsorgane, Neuralgien, die Kontraktionen des Uterus bei der Geburt, mechaniſche Reizungen, wie Nieren- und Blaſenſteine oder Steine durch die Ureteren herabgehend, zeigen die Steigerung der Senſibilität bis zu einem hohen Grade. Direkte Verſuche an Thieren zeigen ähnliche Phänomene. Wenn auch ein leichter mechaniſcher und chemiſcher Reiz keinen Schmerz erregt, ſo ſchreien doch Thiere ſehr heftig auf kauſtiſche Mittel, ſtärkeres Kneipen, Anwendung von Ligaturen.

Es zeigt ſich ferner, daß ein Ganglion um ſo leichter ſchmerzt, je länger es dem Einfluſſe der Luft ausgeſetzt bleibt. Eben ſo ſcheint es, daß Fäden, welche aus gangliöſen Plexus ausgehen, nicht ſo durch leichte Reize affizirt werden, als die eintretenden.

Vergl. *Valentin* de funct. nervor. p. 70.

§. 269.

Wenn der ſympathiſche Nerve im Allgemeinen die Funktionen der Cerebroſpinalnerven theilt, ſo hat derſelbe doch auch manche Eigenthümlichkeiten. Er verbreitet ſich nicht nur vorzüglich an die vegetativen Organe im Unterleib und zum Theil der Bruſt, ſondern er begleitet mit ſeinen bereits durch die Ganglien hindurch getretenen Fäden die Gefäße und dringt mit denſelben in alle Theile des Körpers. In ſeinen motoriſchen, wie ſenſitiven Eigenſchaften zeigt er weſentliche Modifikationen. Die Bewegung der Theile, zu denen er geht, iſt der Willkür entzogen. Dieſe unwillkürliche, ja im geſunden Zuſtande unbewußte Bewegung, erſtreckt ſich bis in die entfernteſten Gebilde, mit denen er durch Ganglien in Verbindung ſteht, wie in der Iris. Die Reaktion auf Reize dauert gewöhnlich länger als der Reiz; es zeigt ſich alſo ein von den willkürlichen Muskeln gänzlich verſchiedenes Verhalten. Die Senſibilität iſt, wie bemerkt, im geſunden Zuſtande höchſt gering. Es hat demnach in dem ſympathiſchen Nerven eine Abänderung und zum Theil Unterbrechung der Leitung von und zu den Centraltheilen ſtattgefunden. Dieſe erhalten in der Regel keine Empfindung von den Theilen, welche mit Zweigen vom Sympathicus verſehen ſind und haben auch keinen Willenseinfluß auf die Bewegung derſelben. Offenbar rührt dieſe Einwirkung von den Ganglienkugeln her.

Rückblick auf die Funktion der Nerven.

§. 270.

Betrachten wir die Funktionen der einzelnen Nerven im Zuſammenhang mit Rückſicht auf ihren anatomiſchen Urſprung und ihre Verbreitung, ſo zeigen ſich gewiſſe allgemeine Erſcheinungen, die ſich auf einige Hauptſätze zurückführen laſſen. 1) Die drei höheren Sinnesnerven weichen im feineren Bau, Urſprung, Geneſis, Vertheilung und Funktion von allen übrigen Theilen ab [1]). 2) Es ſcheint, daß alle Hirnnerven, mit Ausnahme der drei höheren Sinnesnerven, aus motoriſchen und ſenſitiven Faſern gemiſcht ſind. 3) Die Hirnnerven verbinden ſich theils mit den höheren Sinnesorganen zu deren motoriſchen und ſenſitiven Apparaten und wirken zur Vervollkommnung der Sinne mit. 4) Die Hirnnerven haben auch

zum Theil Faſern, mit ſpezifiſchen Senſationen begabt (Geſchmack, Hunger, Durſt), oder die allgemeine Senſibilität zeigt ſich bei ihnen mit beſonderer Feinheit und Schärfe (fünftes Paar). 5) Die einzelnen Kopfnervenpaare verbreiten ihre motoriſchen Faſern meiſt auch nur zu beſtimmten Muskeln oder Muskelgruppen, deren willkürliche oder automatiſche Bewegungen ſie bedingen. In der Regel erhält alſo jeder Muskel am Kopf ſeine bewegende Kraft nur von einem, nicht von zwei Kopfnerven. Doch ſcheinen die Augenmuskeln hiervon eine Ausnahme zu machen [2]). 6) Der Prototyp für die Wurzelurſprünge der Hirnnerven, ſind die Rückenmarksnerven; bei dieſen werden regelmäßig doppelte Wurzeln von verſchiedener Funktion gefunden, von denen die ſenſible Wurzel mit einem Ganglion verſehen iſt; bei den Hirnnerven iſt der doppeltwurzelige Urſprung und das Ganglion bald mehr, bald weniger deutlich, oft auch nur angedeutet. 7) Der ſympathiſche Nerv erhält ſeine motoriſchen und ſenſitiven Faſern von Gehirn- und Rückenmarksnerven; ihre Funktion wird aber eigenthümlich modifizirt, gleichſam verringert, wahrſcheinlich durch Einfluß der Ganglienkörper. 8) Je weiter die Nerven nach vorne entſpringen, je mehr vom großen Gehirn, um ſo mehr ſenſitive Faſern erſcheinen in ihnen, um ſo hirnartiger wird ihre Struktur, wie dies namentlich die beiden erſten Nerven zeigen.

1) Vergl. hierüber das Kapitel vom feineren Bau der Nerven und von den Sinnen. — 2) So vorzüglich nach Volkmann's Unterſuchungen. Einige Muskeln der Zunge (und die Iris) erhalten außer vom Gehirn auch vom Rückenmark motoriſche Zweige, wodurch die Störungen der Sprache bei Rückenmarksleiden verſtändlicher werden. Vergl. Volkmann in Müller's Archiv. 1840. S. 508.

Zweiter Abſchnitt.

Von den Sinnen.

Sinne im Allgemeinen.

§. 271.

Aus dem allgemeinen peripheriſchen Nervenſyſtem, ſo weit es die Empfindung vermittelt, bilden ſich gewiſſe einzelne Partien zu ſpezifiſchen Empfindungsorganen heraus, welche uns theils mit den Zuſtänden unſres Körpers, theils mit den Dingen außer uns näher bekannt machen, inſofern ſie die verſchiedenen Qualitäten der Materie in Verkehr mit dem Gehirn, als Centralorgan der Empfindung, ſetzen und ſo die Wechſelbeziehung mit äußern Potenzen weiter vermitteln helfen. Wir erlangen dadurch jene ſpezifiſchen Senſationen, welche wir unter dem Namen des Taſtgefühls, des Geſchmacks, Geruchs, der Ton- und Lichtempfindung begreifen. Gewiſſe Nerven ſind blos für dieſe ſpezifiken Empfindungen empfänglich und wir nennen ſie Sinnesnerven. Ihre Natur iſt früher im Allgemeinen geſchildert worden (§. 244). Wir empfinden nicht die ſinnlichen Qualitäten der Dinge — wie Farbe, Ton u. ſ. w., als ſolche, ſondern wir empfinden in unſerm Bewußtſeyn nur die ſpezifiſchen Erregungen der Sinnesnerven durch äußere oder relativ äußere Potenzen. Zu letzteren gehören auch die ſogenannten inneren organiſchen Reize. Aber gewiſſe Klaſſen von äußeren Qualitäten der Materie ſtehen in einem ſpezifiſchen Verhältniß zu gewiſſen Nerven, wirken auf dieſelben am intenſivſten und bedingen die manchfaltigſten Phänomene, während andere Qualitäten nur wie Reize überhaupt den entſprechenden Nerven zu einer mehr oder weniger beſchränkten Reaktion in der Richtung ſeiner Energie veranlaſſen. Eine ſolche Qualität iſt z. B. das Licht für das Auge, welches zur Empfindung und feinſten Unterſcheidung der Lichtwellen auf adäquate Weiſe organiſirt iſt, während der Sehnerve außerdem auch auf jeden anderen Reiz, wie z. B. auf Druck, galvaniſche Erregung, eine ſubjektive Lichtempfindung, ſtatt des in einem anderen Nerven hervorgerufenen Schmerzgefühls oder ſtatt einer Muskelzuckung zeigt.

Das Allgemeine der Phyſiologie der Sinne, deren Verhältniß zur Seele, wie zur Außenwelt, die Fragen über die innere Natur der ſubjektiven Empfindungen zu den phyſikaliſchen Qualitäten, wird erſt verſtändlich, wenn die einzelnen Sinnesphänomene analyſirt und die Funktionen der Centraltheile unterſucht worden ſind. Wir verſparen dieſe Betrachtungen auf die allgemeine Phyſiologie, wo auch die Geſchichte und Kritik der darüber beſtehenden Anſichten vorgetragen werden ſoll.

§. 272.

Wir theilen die Sinne in einfache und zuſammengeſetzte ein: Einfache Sinne ſind: Gefühl, Geſchmack, Geruch. Hier bilden ſich keine beſonderen phyſikaliſchen Apparate an und um die bei dieſen Funktionen thätigen Nerven, ſondern dieſe dringen eben ſo in die Gewebe ein, wie die andern Nerven, und ſie erleiden in der peripheriſchen Verbreitung ihrer Primitivfaſern nur unbedeutende Abänderungen. Letztere liegen jedoch ſehr oberflächlich und werden nur mit dünnen, epidermatiſchen oder Epithelial-Lagen bedeckt, wodurch der Eindruck äußerer Potenzen ihnen am leichteſten und ungehindertſten zugeführt werden kann. Als zuſammengeſetzte Sinne betrachten wir Geſicht und Gehör, wo ſich den Nervenausbreitungen kombinirte phyſikaliſche Apparate von großer Vollkommenheit anbilden, geeignet, die phyſikaliſchen Qualitäten in allen ihren manchfaltigen Wirkungen den ſpezifiſchen Nerven mitzutheilen.

Wir analyſiren im Folgenden die Phänomene der einzelnen Sinne, indem wir von den einfachſten anfangen und dabei die Wechſelwirkungen einzelner Sinne unter einander ſoviel als möglich übergehen. Was die allgemeine Literatur der Sinnesorgane betrifft, ſo finden ſich ausführlichere, ſich wechſelſeitig ergänzende Schilderungen in den Werken von Treviranus (vorzüglich Biologie Bd. 6 und in deſſen Erſcheinungen und Geſetzen des organiſchen Lebens Bd. II), dann in den phyſiologiſchen Hand- und Lehrbüchern von Rudolphi Bd. II, Joh. Müller Bd. II, Magendie Bd. I, Arnold Bd. II. Als Kupferwerke ſind hier vorzüglich zu nennen: die bekannten Monographien über die Sinnesorgane von Sömmerring und die ganz vorzüglichen Darſtellungen der Sinnesorgane in Arnold's Icones anatomicae Fasc. II.

Erſtes Kapitel.

Von den drei einfachen Sinnen.

Vom Fühlſinn.

§. 273.

Der Fühlſinn belehrt uns über die Formenverhältniſſe der Körper, über deren Schwere, Cohäſion und Temperatur. Es iſt der Sinn für die mechaniſchen Bedingungen und für die Wärme. Er bildet ſich als Taſtſinn aus dem in allen Empfindungsnerven verbreiteten Gefühl für äußere Eindrücke heraus, wobei die Nervenverbreitung und die Beſchaffenheit des Gewebes, in welchem dieſelbe ſtattfindet, auf die leichtere oder ſchwerere Perception influiren. Gewebe, welche keine Nerven erhalten, wie Horn-

und Zahngewebe, haben auch kein Gefühl oder veranlaſſen letzteres nur durch Fortleitung der auf ſie wirkenden Reize zu nahe gelegenen Nervenparthien [1]). Sonſt ſind alle Theile des Körpers für mechaniſche, chemiſche ꝛc. Reize empfindlich. Im geringſten Grade die Sehnen, Knorpel und Knochen, welche nur Gefäßnerven aus den ſympathiſchen Ganglien erhalten, die aber unter gewiſſen Bedingungen, wie in Entzündungen ꝛc., auch Schmerzen erregen, wie alle mit Fäden von ſympathiſchen Nerven verſehenen Organe [2]). Auch die Muskeln, welche größentheils motoriſche Faſern erhalten, haben wenig Empfindung; dieſe letztere rührt von der geringen Zumiſchung ſenſibler Faſern her, welche, wie es ſcheint, doch allen Nerven, auch z. B. den Augenmuskelnerven (§. 248—250), wenn auch noch ſo ſparſam, beigemiſcht ſind. Beim Wadenkrampf oder bei andern Krämpfen ſieht man, wie durch übermäßige Kontraktionen der Muskelfaſern, alſo durch mechaniſchen Druck, heftige Schmerzen entſtehen können, ebenſo wie auf der anderen Seite die rhythmiſchen Kontraktionen der bei der Samenejakulation thätigen Muskeln (vergl. §. 37) das höchſte Luſtgefühl erregen. Am empfindlichſten ſind aber die Schleimhäute im Allgemeinen, namentlich die Schleimhäute der Mund- und Naſenhöhle, der Athemwerkzeuge, der Harnröhre, des Maſtdarms, ſowie die äußere Haut auf ihrer ganzen Oberfläche.

1) Eine bekannte Erfahrung iſt das Gefühl vom ſogenannten Stumpfwerden der Zähne auf Säuren. Dies wird aber nicht vom Zahngewebe als ſolchem perzipirt, ſondern es findet hier eine Fortleitung der Säure durch die röhrig gebaute Zahnſubſtanz bis zum Zahnkeim und zu den Zahnzweigen des fünften Paares ſtatt. — 2) Die Nichtſchmerzhaftigkeit der Knochen und Sehnen im geſunden Zuſtande, bei Verletzungen und dergleichen, hatte ſchon Haller durch Experimente an Menſchen und Thieren erwieſen. Commentar. Gottingens. T. II. 1752 und Elem. physiol. Tom. IV. p. 276.

§. 274.

Unter allen Sinnen iſt der Fühlſinn in der Thierreihe am weiteſten verbreitet [1]). Es bilden ſich ſchon bei den wirbelloſen Thieren eigene nervenreiche Organe aus, die als wahre Taſtwerkzeuge dienen und die man bei den Ringelwürmern, den Weichthieren, Kruſtenthieren, Spinnen und Inſekten als Tentakeln, Palpen, Antennen u. ſ. w. kennt. Bei den Wirbelthieren, wo die Haut häufig von den Fiſchen bis zu den höhern Säugethierordnungen mehr oder weniger mit hornigen, epidermatiſchen Gebilden, als: Schuppen, Horn- und Knochenſchildern, Federn und Haaren bedeckt iſt, wo die Finger und Zehen mit Schwielen, Klauen und Hufen umgeben ſind, erſcheint das fünfte Paar vorzugsweiſe, häufig ausſchließlich, als Taſtnerve. Die Lippen, die Naſe, der Rüſſel, die an der Oberlippe und an den Mundwinkeln ſtehenden Taſthaare und Borſten, deren Kapſeln ſtarke Zweige vom Infraorbitalaſte des fünften Paares bekommen, dienen bei

den Säugethieren als Taſtwerkzeuge[2]). Bei den weichſchnäbeligen Waſſervögeln, z. B. bei den Enten, verzweigen ſich unter der weichen Haut des Schnabels Aeſte vom fünften Paare, ebenſo in den Bartfäden der Fiſche. Wo die Zungenſpitze als Taſtorgan dient, wie bei manchen Säugethieren und Amphibien, wird auch hier die Taſtempfindung durch das fünfte Paar vermittelt.

1) Selbſt die Infuſionsthierchen, z. B. die Vortizellen, dann die Polypen, ſcheinen Taſtempfindungen zu haben, ohne daß man hier bis jetzt ein Nervenſyſtem nachgewieſen hat. — 2) Vergl. über weiteres Detail die intereſſante, mit ſchönen Abbildungen über die Verbreitung der Nerven in den Kapſeln der Taſtborſten ꝛc. verſehene Schrift von Rapp: Die Verrichtungen des fünften Hirnnervenpaares. Mit 3 Tafeln. Leipzig 1832.

§. 275.

Beim Menſchen iſt die Perception für Gefühlseindrücke an den verſchiedenen Hautſtellen ſehr verſchieden, was theils mit dem Reichthum der Nervenausbreitung, theils mit der größeren oder mit der geringeren Zartheit der epidermatiſchen Bedeckung in Zuſammenhang ſteht, vielleicht aber auch ſeinen Grund in der ſpezifiſchen Empfänglichkeit mancher Nervenprimitivfaſern hat[1]). Sonſt haben alle Rückenmarks- und Hirnnerven, mit Ausnahme der drei höhern Sinnesnerven, Faſern, welche mit Empfänglichkeit für das gewöhnliche Taſtgefühl begabt ſind. In den Lippen, an der Zungenſpitze, der Volarfläche der letzten Fingerglieder, ſind die Nerven theils beſonders zahlreich und oberflächlich verbreitet, theils findet ſich hier eine dünnere epidermatiſche Lage und eine größere Iſolirung der Hautpapillen zwiſchen Linien und Furchen der Epidermis. Die Gefühlswärzchen (**Papillae tactus. Ic. phys. Tab. XVI. fig. X. b**) ſind kleine koniſche Hervorragungen zwiſchen den Lagen der Epidermis und den derberen Faſern der Cutis, von ungefähr ½ Linie Größe. Sie beſtehen aus Convoluten von Gefäß- und Nervenſchlingen, ſehen an der Baſis wie verbunden aus, werden aber durch Furchen und Linien getrennt und von den tiefer entſpringenden Kanälchen der Schweißdrüſen (fig. IX. A, fig. X) durchſetzt. Die Primitivfaſern der Nerven ſind in ihren periphériſchen Endſchlingen nicht ſo einfach, wie dies ſonſt der Fall zu ſeyn pflegt (§. 232), ſondern jede Primitivfaſerſchlinge bildet ein kleines, mehr oder weniger verſchlungenes Knäuel. Mehrere ſolche Knäuelchen ordnen ſich z. B. an den Fingerſpitzen roſettenförmig und durch dieſe anatomiſche Anordnung wird die Berührungsfläche der einzelnen Punkte auf die Primitivfaſern ſehr vermehrt[2]).

1) Gute Abbildungen der Taſtwärzchen, der Struktur der Haut u. ſ. w. ſ. bei *Arnold* Icones anatom. Fasc. II. Tab. XI. — 2) Dieſe intereſſanten Verhältniſſe der knäuelförmigen Windungen an den Nervenendigungen in den Gefühlswärzchen, welche an die Glomeruli der Gefäße erinnern, hat Gerber zuerſt beſchrieben (ſ. deſſen Handb. d. allgem. Anat. S. 157 und die zahlreichen Abbildungen in dem dazu gehörigen Atlas

Tab. V. fig. 97—101. Gerber gab die zweckmäßige Methode an, Durchſchnitte der Haut vor der mikroſkopiſchen Betrachtung in Terpenthinöl zu tauchen, wodurch die Nervenſubſtanz milchweiß gefärbt wird.

§. 276.

Man kann durch eine Reihe von Verſuchen die größere oder geringere Empfindlichkeit der einzelnen Hautparthien unter verſchiedenen Verhältniſſen prüfen [1]). Immer erfolgt ein intenſiverer Eindruck einer Gefühlsempfindung, wenn eine größere Oberfläche mit der entſprechenden mechaniſchen Potenz oder dem chemiſchen oder Temperaturreiz in Kontakt kommt; ein Unterſchied, der ſich leicht wahrnehmen läßt, wenn man auf der einen Seite einen Finger, auf der andern die ganze Hand in Waſſer taucht. Immer ruft auch ein doppelter Eindruck, d. h. ein auf beiden Seiten des Körpers ſtattfindender, eine doppelte Perception in der Seele hervor. Folgende allgemeine Phänomene ſtellen ſich bei der Analyſe der Gefühlsempfindungen in der Haut heraus: Eine befeuchtete Haut fühlt weniger fein, als wenn ſie trocken iſt [2]). Durch leichte Verbrennung wird das Gefühlsvermögen geſteigert, wie überhaupt durch Wärme, im Gegenſatz zur Kälte [3]). Durch Säuren wird das Gefühl zuerſt vermehrt, dann vermindert. Narkotiſche Subſtanzen, wenn ſie durch Imbibition auf die Nerven gebracht werden können, vermindern die Feinheit des Taſtgefühls [4]).

1) Vergl. hierüber beſonders die wichtigen Arbeiten von E. H. Weber, niedergelegt in der Schrift: De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes anatomicae et physiologicae. Lips. 1834. 4. Die Verſuche wurden von Thomſon, Valentin und mir geprüft und beſtätigt. Valentin hat weitere intereſſante Zuſätze gegeben: de nervorum functionibus p. 118 etc. — 2) Ueber dieſe und die folgenden Phänomene vergl. Valentin a. a. O. S. 121. — 3) Dies rührt wohl größtentheils einfach von dem vermehrten lokalen Blutzufluß in den die Nerven umſpinnenden Kapillargefäßſchlingen in Folge der Verbrennung her. — 4) Wie man dies leicht beim Tabakrauchen prüfen kann.

§. 277.

Intereſſant ſind die einfachen und leicht zu wiederholenden Verſuche, um die verſchiedenen Hautſtellen auf die Feinheit des Taſtgefühls zu prüfen, indem man einen Zirkel nimmt und die zwei Spitzen an den einzelnen Stellen ſo nahe bringt, oder ſo weit entfernt, bis man einen doppelten Eindruck in der Vorſtellung erhält. Bei der Zungenſpitze findet dies ſchon bei einer Entfernung von einer halben Linie ſtatt, während man am Oberarm, am Oberſchenkel, in der Mitte des Rückens die Zirkelſpitzen dreißig Linien weit entfernen muß, um in der Seele den doppelten Eindruck zu empfinden [1]). An den Extremitäten wird der doppelte Eindruck leichter der Quere als der Länge nach empfunden [2]). Bei einzelnen Individuen iſt

übrigens die Feinheit des Gefühls, was auch von allen andern Nervenſenſationen gilt, ſehr verſchieden und kann bei dem Einen doppelt ſo fein ſeyn, als bei dem Andern [3]). Im Allgemeinen iſt, wie ſich aus Obigem ergiebt, das feinſte Gefühl an der ſenſibelſten Stelle (der Zungenſpitze) funfzig bis ſechzigmal feiner, als an der am wenigſten empfindlichen Stelle (am Rücken und an den Extremitäten). Wie mit den Zirkelſpitzen, ſo kann man auch mit Gewichten an ſich und Andern experimentiren, indem man dieſelben auf verſchiedene Hautſtellen legt und die Impreſſionen vergleicht. Das Reſultat iſt ein ähnliches; das Gewicht wird hier von Haut- und Muskelnerven zugleich empfunden [4]).

1) Vergl. die intereſſante Tabelle bei Weber in der oben angeführten Schrift und in Müller's Archiv Jahrg. 1835. S. 154. Allen Thomſon im Edinb. med. and surg. Journal Nr. 116. Die Entfernung der Zirkelſpitzen, um zwei Eindrücke zu empfinden, war in folgender Proportion nöthig: an den Fingerſpitzen eine Linie, am rothen Theile der Lippen 2 Linien, an der Hohlhandſeite des zweiten Fingergliedes 2, an der Rückenſeite des dritten Fingergliedes 3, am Ballen der Finger 3, an der Naſenſpitze 3, am Rücken der Zunge und an dem nicht rothen Theile der Lippen 4, an der Spitze der großen Zehen, am Backen, am Rücken des zweiten Fingergliedes, an der Mitte der Hohlhand 5, am harten Gaumen 6, an den Jochbeinen 7, am Rücken der Knöchel der Hand 8, an der innern Oberfläche der Lippen 9, an der Stirn 10, am behaarten Hinterhaupt 12, am Handrücken 14, am Halſe unter dem Kinne 15, an den Knieſcheiben und in deren Nähe 16, am Kreuzbein 18, am Bruſtbein 18, an den Lendenwirbeln 24, an der Mitte des Oberarms, des Oberſchenkels (und auch der Mitte des Rückens nach Valentin) 30 Linien. — 2) Valentin a. a. O. S. 120. — 3) Wie aus den Verſuchen von Valentin hervorgeht, der an ſich zugleich mit 5 andern Perſonen Verſuche anſtellte. — 4) Um die beiden Eindrücke auf den Taſtſinn und auf die Muskeln durch Gewichte unterſcheiden zu können, experimentirte Weber unter Umſtänden, wo die Hand, auf welche Gewichte geſtellt wurden, völlig durch ein Kiſſen, auf welchem ſie ruhte, unterſtützt war. Unter dieſen Verhältniſſen, wo die Muskeln unthätig waren, war das Unterſcheidungsvermögen viel geringer, als wenn man auch das Gemeingefühl der Muskeln zu Hülfe nahm, indem man die Gewichte mit der Hand in die Höhe hob. An den nämlichen Theilen, wo man den Abſtand der Zirkelſpitzen am genaueſten wahrnimmt, empfindet man auch den Druck der Gewichte und den Unterſchied der Temperatur der uns berührenden Körper am feinſten. Um z. B. einen gleichgroßen Druck von einem Gewichte zu empfinden, das man bei horizontaler Lage des Körpers ſich auf die Fingerſpitzen und auf die Stirne legen läßt, muß dieſes um 1/4 oder 1/3 größer ſeyn als jenes. Weber a. a. O.

§. 278.

Wie alle Sinne, ſo wird das Taſtgefühl durch Intention und Uebung geſchärft und geſteigert [1]). Wenn wir uns genau von der Beſchaffenheit der Oberfläche unſers Körpers unterrichten wollen, ſo heften wir theils die Aufmerkſamkeit ſcharf auf das Objekt, theils führen wir zuſammengeſetzte Bewegungen aus, um möglichſt viele Hautpapillen mit dem Objekt in Kontakt zu bringen. Dieſes intendirte Fühlen mit Muskelbewegung nennen

wir eben Taſten. Die Vorſtellung in der Seele iſt dabei immer betheiligt, daher die Form der Eindrücke zum Theil auf Gewohnheit beruht und wir leicht Täuſchungen unterworfen ſind, wenn wir auf ungewohnte Weiſe fühlen [2]). Es bleiben häufig Nachempfindungen wie von andern Sinneseindrücken zurück [3]). Auch haben wir ſubjektive Gefühle, ohne äußere Reize, wie z. B. das Gefühl von Froſt und Hitze in Krankheiten, ohne äußere phyſikaliſche Wärme, das Gefühl von Schauder u. ſ. w. Doch ſind dieſe ſubjektiven Gefühle, die von inneren organiſchen Reizen herrühren, und wohin auch alle idiopathiſchen Schmerzen gehören, nicht ſo verſchieden von den objektiven, als man gewöhnlich glaubt [4]).

1) Wie dies beſonders bei Nationen von ſehr zarter Haut und Gliederbildung ſich nachweiſen läßt. Die Spinnerin in Bengalen, erzählt C. Ritter, unterſcheidet im rohen Cocon des Seidengeſpinnſtes 20 verſchiedene Grade der Feinheit durch das Gefühl und ſortirt darnach mit größter Schärfe den Faden; die Hand des indiſchen Muſſelinwebers iſt ſo zart gebildet, daß er auf dem einfachſten Webſtuhl das feinſte Cambric verfertigt, wo die ſtarren europäiſchen Finger ganz unter denſelben Verhältniſſen nur höchſtens ein Stück Canvaß zu Stande bringen können. Vergl. meine Naturgeſchichte des Menſchen. Thl. II. S. 118. — 2) Hierher das bekannte Beiſpiel, daß wenn man ein Kügelchen zwiſchen zwei kreuzweiſe über einander gelegten Fingern an derſelben Hand rollt, man den Eindruck bekommt, als ſeyen es zwei Kügelchen. — 3) Wie z. B. nach einer längere Zeit getragenen Laſt, nach Entfernung eines Fingerrings, den wir gewöhnlich zu tragen pflegten. Dies gehört zum Gedächtniß in den Sinnen, wohin auch die Integrität des Gemeingefühls, indem man z. B. amputirte Gliedmaßen noch zu beſitzen glaubt, zu zählen iſt. Vergl. darüber ſpäter d. allg. Phyſiol. — 4) In der That ſteigert ſich die Temperatur bei Entzündungen und Fiebern lokal oder allgemein, und Schmerzen entſtehen in der Regel durch innere Reize ebenfalls in Folge mechaniſcher ꝛc. Irritation. Ueber die Erklärung dieſer und anderer Momente, z. B. die eingebildeten Gefühle, vergl. die allg. Phyſiol.

Vom Geſchmack.

§. 279.

Das Organ des Geſchmacks iſt die Zunge. Ob außerdem noch andere Theile in der Mundhöhle ſchmecken, iſt zweifelhaft, obwohl von einigen Phyſiologen behauptet wird, daß auch am Gaumen ein Geſchmack ſtattfinde [1]). Auch wie weit der Geſchmack auf der ganzen Zunge verbreitet ſey, ob an der Wurzel und an der Spitze, ſodann über den ganzen Rücken; ob die ſpezifiſche Senſation auf allen Theilen der Zunge für verſchiedene Subſtanzen gleich oder verſchieden ſey, darüber herrſchen, trotz der ſcheinbaren Leichtigkeit entſcheidender Verſuche, die manchfaltigſten Controverſen. Die ganze Frage hängt am innigſten mit derjenigen zuſammen, welcher Nerve der ſpezifiſche Geſchmacksnerve ſey. Unter den drei Nerven, welche an die Zunge treten, iſt der N. hypoglossus jedenfalls blos der

Bewegungsnerve der Zunge. Dagegen wird von den achtbarſten Experimentatoren bald der **N. glossopharyngeus**, bald der **Ramus lingualis trigemini** als eigentlicher Geſchmacksnerve betrachtet, bald ſieht man beide als Vermittler der Geſchmacksſenſationen an und zu Gunſten der verſchiedenen Anſichten ſtützt man ſich auf anatomiſche und pathologiſche Thatſachen, auf Experimente bei Thieren und auf Verſuche, die man an ſich ſelbſt anſtellt.

1) Nach den an mir und an zwei andern Perſonen angeſtellten Verſuchen, glaubte ich am Gaumen oder ſonſt in der Mundhöhle durchaus keinen Geſchmack ſtatuiren zu können. Aeltere und neuere Beobachter differiren hierüber. Blumenbach (ſ. deſſen vergl. Anat. 3te Aufl. S. 337) ſtellte Verſuche bei einem ohne Zunge gebornen Manne mit verbundenen Augen an. Derſelbe erkannte Auflöſungen bitterer, ſalziger Subſtanzen richtig. Es iſt hier, wie in andern Fällen, wo die Zunge fehlte oder verloren ging, nicht genau angegeben, ob nicht, was wahrſcheinlich iſt, die Wurzel der Zunge, welche ſo intenſive Geſchmacksempfindung hat, doch vorhanden war. Vergl. die Fälle in Rudolphi's Phyſiologie. II. S. 91. Rudolphi iſt gegen die Anſicht, daß andere Theile als die Zunge Geſchmack erregen, mit Recht mißtrauiſch. Magendie, Phyſiol. überſ. von Heuſinger. I. S. 117, nimmt an, daß ſich die ſpezifiſche Senſibilität auch auf die Zähne, auf das Zahnfleiſch, den Gaumen und den Schlundkopf erſtreckt. Er bezieht ſich beſonders auf die Verſuche von Guyat und Admirault, wonach namentlich an dem vorderen, mittleren und oberen Theile des Gaumenſegels eine Linie unterhalb ſeiner Inſertion an dem harten Gaumen, ſich eine kleine, unbeſtimmt umgrenzte Stelle finden ſoll, die nicht bis zur Baſis der Uvula reicht, ſondern noch 3 bis 4 Linien von ihr entfernt iſt und ſich auf den Seiten unmerklich verliert. Dieſe Stelle ſoll die Geſchmäcke auf eine ſehr auffallende Art empfinden, was aber bei meinen Verſuchen nicht der Fall war. Intereſſante Mittheilungen hat hierüber Valentin, nach Verſuchen an verſchiedenen Individuen, gegeben, de functionib. nervor. p. 116. Am harten Gaumen zeigte ſich niemals Geſchmacksempfindung. Am weichen Gaumen und am Zäpfchen zeigte ſich unter 8 Perſonen zweimal deutlicher, bei vieren undeutlicher, bei zweien gar kein Geſchmack. Der vordere Gaumenbogen und die hintere Fläche des Zäpfchens ſchmeckte bei zwei Perſonen deutlich, bei einem weniger deutlich, bei dreien gar nicht oder faſt gar nicht. Deutlichen Geſchmack fand Valentin ſtets am hinteren Gaumenbogen, an den Mandeln und in der Umgebung der Epiglottis. — 2) Vergl. hierüber §. 254, dann vorzüglich die Schriften: von Panizza: Verſuche über die Verrichtungen der Nerven, überſetzt von Schneemann. S. 27 u. f. — Valentin a. a. O. p. 44 u. 116. — Meine Beobachtungen in Froriep's neuen Notizen Nr. 75. (Nov. 1837). — Zahlreiche Verſuche über den Geſchmack an verſchiedenen Stellen und über die verſchiedenen Wirkungen ſchmeckender Subſtanzen, hat Horn angeſtellt. Wilhelm Horn über den Geſchmacksſinn des Menſchen. Heidelberg 1825.

§. 280.

Die vergleichende Anatomie giebt uns einige, wiewohl zu einem ſtrengen Beweis nicht genügende Anhaltspunkte. Ein wichtiger Punkt wäre es, wenn es ſich beſtätigen ſollte, daß bei den Vögeln die Zunge blos vom **N. glossopharyngeus** und zuweilen vom **N. vagus**, nicht vom **N. trigeminus** Zweige erhielte, deſſen ſonſt vorkommender Zungenzweig hier ganz

fehlen ſoll [1]). Bei den Säugethieren und beim Menſchen tritt der N. glossopharyngeus an die Papillae vallatae, welche in den einzelnen Ordnungen und Gattungen in Form, Zahl und Stellung viele Verſchiedenheiten zeigen. Auch iſt es merkwürdig, daß die Zunge auf dem Rücken bei den Thieren häufig mit hartem, hornigem, in Schuppen und Stacheln aufgelegtem Epithelium bedeckt und daher hier zum Geſchmack wenig geeignet iſt, während in der Regel die Wurzel deutlich mit Geſchmackswärzchen von verſchiedener Form bedeckt iſt.

1) Vergl. Rapp über das fünfte Nervenpaar. S. 10. Er fand weder beim Schwan, noch bei den Papageyen, die einen ſehr feinen Geſchmack haben, einen Zweig des Trigeminus; die Zunge wird hier theils vom Vagus, theils vom Glossopharyngeus verſorgt. — 2) Vergl. mein Lehrb. d. vergl. Anat. §§. 325, 326.

§. 281.

Die Verſuche an lebenden Thieren, z. B. an Hunden, haben in der Mehrzahl der Fälle das Reſultat gegeben, daß bei Durchſchneidung des Hypoglossus die Bewegungsfähigkeit der Zunge vollkommen verloren geht, während der Geſchmack, ſowie die gewöhnliche Senſibilität in ihrer Integrität beſtehen (vergl. §. 254). Bei Durchſchneidung des Glossopharyngeus ſind allerdings die Reſultate der Beobachter verſchieden ausgefallen. Immer noch aber ſcheint es ſich zu beſtätigen, daß darnach der Geſchmack aufhört. Bei Durchſchneidung des Zungenaſtes vom fünften Paare hört dagegen an der Zungenſpitze alles Gefühl auf [1]). Nach dieſen Verſuchen würde ſich eine ſchöne Parallele mit den übrigen höheren Sinnesorganen herausſtellen; es würden, wie z. B. im Auge, im Ohr und in der Naſe, ſo auch in der Zunge ein ſpezifiſcher Sinnesnerve, ein gewöhnlicher Senſibilitätsnerve und ein Muskelnerve und Faſern aus dem ſympathiſchen Nerven (Ganglion maxillare) ſich zu einer gemeinſamen Funktion combiniren. Verſchieden ſind jedoch die Verſuche mit ſchmeckenden Subſtanzen ausgefallen, welche man auf die verſchiedenen Stellen der Zunge bringt. Bei einigen Perſonen werden dieſelben ſogleich auf der Spitze der Zunge ihrer Natur nach erkannt, wenigſtens werden bittere, ſüße und ſalzige Subſtanzen als ſolche bezeichnet. Andere Individuen ſind nicht im Stande, die Natur der Subſtanz anzugeben, was ſogleich der Fall iſt, ſobald die Subſtanz an die Wurzel der Zunge gebracht wird [2]). Mechaniſche und galvaniſche Reize auf der oberen und unteren Zungenfläche bringen unbeſtimmte Senſationen hervor, die ſich nicht deutlich als Geſchmacksempfindungen bezeichnen laſſen [3]). Auf der Zungenwurzel erregt jeder leichte Reiz — einfache Berührung, Befeuchtung mit inſipiden Subſtanzen ꝛc., in der Mehrzahl der Fälle eine Senſation, die in der Regel als bitterlich bezeichnet wird [4]). Leicht entſteht hier auch bei reizbaren Subjekten das Gefühl von Ekel und die entſprechen-

den Reflexionsbewegungen (Würgen). Alles wohl erwogen, ſcheint jedenfalls die Geſchmacksempfindung an der Zungenwurzel, am Foramen coecum und den Papillae vallatae, wo ſich die meiſten Zweige des N. glossopharyngeus zwiſchen den Gefäßſchlingen verbreiten, am intenſivſten zu ſeyn. Wenn, wie ſich weiter unten ergeben wird, manche Subſtanzen verſchieden auf der Spitze und auf der Wurzel ſchmecken, ſo dürfte daraus auch auf eine verſchiedene Funktion beider Nerven gefolgert werden.

1) Panizza hat mit großer Umſicht Verſuche an Hunden angeſtellt, denen er die verſchiedenen Nerven durchſchnitt. Nachdem ſich der Hund, dem die Glossopharyngei durchſchnitten ſind, von der Ermattung, in der er ſich nach der Operation befindet, erholt hat, leckt er das Waſſer und frißt ſo ungehindert, als hätte er gar keine Verletzung erduldet, kaut und ſchluckt auch in jeder Beziehung vollkommen. Er hat aber nun keinen andern Leiter für die Auswahl der Nahrungsmittel, als den Geruch, ſo daß er die unangenehmſten und ſchädlichſten Stoffe ebenſo in den Mund bringt, wie wohlſchmeckende und angemeſſene, wenn ſie nur keinen Geruch haben, oder derſelbe künſtlich verborgen oder mit einem dem Thiere angenehmen eingehüllt iſt. Der Hund fraß das reine und das mit Koloquinten gemiſchte Fleiſch mit gleicher Gefräßigkeit und trank Milch und Waſſer, die mit derſelben bittern Subſtanz verſetzt waren, als wären ſie unvermiſcht. Als man ihm ein Stückchen Fleiſch, das in die Koloquintenſolution getaucht war, reichte, verzehrte er dies nicht allein, ſondern leckte auch noch den Reſt der Flüſſigkeiten aus dem Gefäße. Zu gleicher Zeit waren einem andern Hunde die NN. linguales durchſchnitten worden. Dieſer verſchlang unter einigen Stückchen reinen Fleiſches, die Panizza ihm hinwarf, auch ein bitteres ſehr haſtig, aber kaum hatte er es im Schlunde, ſo warf er es durch Brechen wieder aus, während zum ſonderbaren Gegenſatze der Hund, dem die Glossopharyngei durchſchnitten waren, daſſelbe ſogleich verzehrte. Der letztere beſaß das Taſtgefühl der Zunge noch, ſo daß er kaum mit einer Nadel berührt, ein Geheul ausſtieß und zu fliehen ſuchte. Panizza a. a. O. S. 43. — Dieſe Verſuche, ſo entſcheidend in ihren Reſultaten, wurden von Valentin wiederholt und vollkommen beſtätigt. Valentin's Repertorium. Bd. II. S. 219. — Neuerlich hat auch Stannius zahlreiche Verſuche angeſtellt und tritt darnach dem Panizza'ſchen Lehrſatz vollkommen bei. Gurlt, J. Müller und Kornfeld wollen ſich dagegen ebenfalls durch Verſuche überzeugt haben, daß der N. glossopharyngeus nicht der Geſchmacksnerve ſey, indem ein Thier nach vollſtändiger Durchſchneidung deſſelben auf beiden Seiten noch Geſchmack habe. Bei dergleichen Verſuchen ſeyen viele Täuſchungen möglich; Hunde freſſen, wenn ſie hungrig ſind, auch das mit den größten Bitterkeiten imprägnirte Fleiſch, wenn alle Nerven unverſehrt ſind. Müller's Archiv f. 1837. S. 277 und *Kornfeld* de functionib. nervor. linguae experimenta. Berol. 1836. 8. — 2) Hierüber beſtehen ſehr viele Angaben. Bei den früher an mir und an einigen anderen Perſonen angeſtellten Verſuchen mit vier verſchiedenen Subſtanzen (Auflöſung von Chinin, Zucker, Eſſigſäure und Salmiak in deſtillirtem Waſſer, mit einem Glasſtäbchen applicirt) erregten dieſelben nur auf den Papillae vallatae und dem ganzen hintern Theile der Zunge augenblickliche, ſtets ſehr diſtinkte Geſchmacksempfindung. Bei ruhig gehaltener Zunge konnten wir bei bloßer Befeuchtung der Zungenſpitze nicht ſagen, ob die Subſtanz bitter, ſüß, ſauer oder ſalzig ſchmecke. Man muß dabei ſich möglichſt vor Täuſchungen hüten, Augen und Naſe ſchließen und beim Berühren anderer Mundtheile mit den genannten Flüſſigkeiten verhüten, daß nichts auf den hinteren Theil der Zunge abfließt. Dabei zeigte ſich, daß die Taſtempfindung der Zunge, je nach ihren verſchiedenen Abſchnitten, im umgekehrten Verhältniſſe zur Geſchmacksempfindung zu ſtehen ſcheint. Man erhält z. B. an der Spitze

der Zunge eine Empfindung von zwei Eindrücken durch die zwei Zirkelſpitzen, bei einem Minimum der Entfernung; auf der Mitte des Zungenrückens muß man die Zirkelſpitzen doppelt ſo weit entfernen, um zwei Eindrücke zu erhalten; dies Mißverhältniß nimmt gegen die Wurzel der Zunge noch mehr zu. Vergl. Froriep's neue Notizen Nr. 75. Nov. 1837. — Valentin ſtellte Verſuche mit Zucker und Alaun an. De functionib. nerv. p. 116. Er fand, daß die vordere Hälfte des Zungenrückens bei den meiſten Menſchen durchaus keine Geſchmacksempfindung hat; nur bei einem Individuum fand ſich ſelbige vor. Die untere Fläche der Zunge ſchmeckte bei den meiſten Menſchen entweder in ihrer ganzen Ausdehnung, oder an einzelnen Stellen. Bei dem eben erwähnten Individuum, wo der Rücken der Zunge Geſchmacksempfindung zeigte, fehlte dieſe dagegen unten. Die Baſis der Zunge nach einem Querdurchſchnitt durch das Foramen coecum zeigte immer den bei weitem deutlichſten Geſchmack. Arnold vertheidigt in ſeinem Lehrb. d. Phyſiol. Bd. II. S. 547 die Anſicht, daß ſowohl fünftes, als neuntes Paar Geſchmacksnerven ſind, und daß letzteres nur ein feineres Perceptionsmittel für Geſchmackseindrücke abgebe. — 3) Ich theile hier die Anſicht von Rudolphi, daß Galvanismus durchaus keine deutliche Geſchmacksſenſation bewirke und daß man bei der Armatur der Zunge mit zwei Zink- und Kupferplatten nur einen unbeſtimmten metalliſchen Geſchmack habe, d. h. eben die galvaniſche Reizung empfinde. Die Mehrzahl aller Individuen nimmt durchaus nicht wahr, wie man früher (Volta u. A.) angab, daß man bei der Armatur der oberen Fläche der Zunge mit Zink und der unteren mit Silber einen ſauren, bei umgekehrter Belegung der Zunge einen alkaliſchen Geſchmack empfinde. — 4) Ich habe den Verſuch mehrmals gemacht; wenn ich mitten unter andern Individuen bei einzelnen einen Tropfen deſtillirtes Waſſer auf die Zungenwurzel, oder nur einen Druck mit einem trocknen Glasſtäbchen applizirte, ſo behaupteten ſie, es ſey eine ſchwach bittere Subſtanz geweſen. Ein ähnliches unbeſtimmt bitteres Gefühl, mit einem deutlichen bitteren Nachgeſchmack, erhält man, wenn man die Baſis der Zunge mit dem trocknen Finger niederdrückt, wobei ſogleich ein Uebergang in das Gefühl von Ekel ſtattfindet und Würgen eintritt.

§. 282.

Subſtanzen, welche wirklich ſchmecken und nicht blos eine unbeſtimmte und unklare Senſation auf der Zunge erregen ſollen, müſſen im Speichel auflöslich ſeyn und die Zungenwärzchen imprägniren. Hier wirken ſie durch Imbibition auf die Primitivfaſern, welche mit den Papillae vallatae zahlreiche Schlingen, wie in den Taſtwärzchen der Finger bilden. Es laſſen ſich große Zweige des N. glossopharyngeus dahin verfolgen [1]. Will man ein volles Urtheil über den Geſchmack einer Subſtanz haben, ſo muß man ähnlich, wie beim Taſten, eine zuſammengeſetzte Muskelbewegung ausführen. Man läßt die Subſtanz — flüſſige Subſtanzen eignen ſich hierzu am beſten — langſam über die ganze Zunge verfließen, drückt ſie mehrmals gegen den Gaumen und macht einige Schlingbewegungen. Viele Subſtanzen zeigen dann im Anfang einen andern Geſchmack als am Ende. Es entſteht ein ſogenannter Nachgeſchmack, der vermuthlich ſeinen Grund theils in der größern Ausbreitung der Subſtanz mittelſt der Imbibition, theils in einer größern Nervenberührung hat, theils von der muthmaßlichen Verſchiedenheit in der Senſation zwiſchen dem N. glossopharyngeus und

Ramus lingualis trigemini, oder mit andern Worten auf der Zungenwurzel und Zungenſpitze herrührt[2]). Saure und ſalzige Subſtanzen haben häufig einen bitteren, andere Subſtanzen einen ſüßen Nachgeſchmack[3]). Von den hier erwähnten Geſchmäcken ſind nur die ſich auf chemiſche, auflösliche Potenzen beziehenden gemeint, die ſogenannten mechaniſchen Geſchmäcke ſind eigentlich bloße Gefühlseindrücke auf der Zunge[4]).

1) Es iſt nicht ſchwierig, bei einer gewöhnlichen Nervenpräparation feine Zweigelchen des Zungenaſtes des Trigeminus bis zur Schleimhaut und bis in die Papillen zu verfolgen. Mehrere Zweige bilden ſelbſt kleine Geflechte um das blinde Loch. Man kann annehmen, daß ungefähr das hintere Drittheil der Zungenſchleimhaut, oder noch mehr, vom Zungenſchlundkopfnerven Zweige bekommen. An einzelnen Papillen in der Mitte ſcheinen Zweige vom neunten und vom fünften Paare zu gehen; unter einander ſcheinen beide Nerven keine Endplexus zu bilden. Mikroſkopiſche Abbildungen fehlen hierüber noch. Sehr hübſche Abbildungen über Gefäßſchlingen in der Zunge und deren verſchiedene Wärzchen gab Arnold l. c. Tab. X. fig. 14—20. — 2) Hierüber hat Horn zahlreiche Verſuche angeſtellt und tabellariſch in ſeiner Schrift zuſammengeſtellt, indem er die Wirkungen nach den verſchiedenen Papillen unterſchied. Auf den Papillis vallatis ſchmeckten die meiſten verſuchten Subſtanzen (mehr als drei Viertheile) bitter; wenn auch nicht immer rein, doch bitter mit einer andern Art des Geſchmacks verbunden. Auf den Papillis fungiformibus hatte keine vorzugsweiſe Geſchmacksempfindung ſtatt. Der alkaliſche und ſalzige Geſchmack kam häufiger vor, als der bittere und ſaure. Auf den Papillis filiformibus ſchien der ſaure Geſchmack der am meiſten konſtante zu ſeyn, ſo daß er wenigſtens bei zwei Drittheilen der verſuchten Subſtanzen der vorherrſchende war; jedoch war der bittere Geſchmack auch bei einer großen Anzahl, namentlich von Subſtanzen aus dem vegetabiliſchen Reiche, auf dieſer Gattung von Papillen deutlich zu erkennen, wo er ſich häufig mit dem ſüßen paarte. Der ſüße, bittere ꝛc. Geſchmack iſt weder an einzelne Subſtanzen, noch an einzelne Gattungen von Papillen gebunden. a. a. O. S. 96. u. f. — 3) Nach Horn findet beim Nachgeſchmack im Allgemeinen eine große Uebereinſtimmung ſtatt. Er iſt gewöhnlich bitter. Eine merkwürdige Ausnahme machen die gerbeſtoffhaltigen Subſtanzen, welche einen anhaltend ſüßen Nachgeſchmack beſitzen. — 4) Hierher gehört z. B. der mehlige ſandige Geſchmack u. ſ. w. Man nennt hier fälſchlich Geſchmack, was Gefühl iſt. Vielleicht beruht die Unterſcheidung chemiſcher Subſtanzen bei einzelnen Individuen, namentlich ſolcher eindringlicher, wie der Säure, inſofern ſie ſchon auf der Zunge erkannt werden, auf der Diſtinguirung des eigenthümlichen Gefühlseindrucks, den ſie auf das fünfte Paar hervorrufen, ſowie man z. B. verſchiedene Stoffe, wie Sammt, Seide, Wolle, durch das Taſtgefühl unterſcheidet. Manche Geſchmacksempfindungen wären hiernach blos feine Taſtempfindungen, die durch öftere Verſuche auch die chemiſche Natur der Stoffe nach ihrer mechaniſchen Seite erkennen ließen.

§. 283.

Wie jeder Sinn, ſo iſt auch der Geſchmacksſinn einer beſonderen Verfeinerung und Ausbildung fähig und es läßt ſich hierin durch Uebung eine höchſt feine Diſtinktion erlangen, wie manchfache Beiſpiele beweiſen[1]). Manche Subſtanzen laſſen ſich beſſer unterſcheiden, wenn gewiſſe andere vorher genoſſen wurden. Daher ſchmecken manche Subſtanzen zuſammen,

manche nicht. Säuerlicher Wein oder bitteres Bier munden auf ſüße Speiſen nicht und ſo alienirt oft eine Subſtanz der Geſchmack der andern, indem ſie denſelben entweder hebt, und ähnlich wirkt, wie auf das Auge die Contraſtfarben, oder ihn mindert. Die Geſchmäcke ſtehen daher in einer gewiſſen Harmonie zuſammen, wie die Farben und Töne, ohne daß hierüber ſich ſo beſtimmte Geſetze aufſtellen laſſen, wie bei letzteren. Verſchiedene Subſtanzen nach einander gekoſtet, alteriren aber nicht blos den Geſchmack, ſondern die Empfindungskraft ſelbſt. Hat man z. B. in kurzer Zeit verſchiedene Subſtanzen: bittere, ſüße, ſalzige, ſaure, verſuchsweiſe auf die Zunge gebracht, ja hat man z. B. nur weißen und rothen Wein kurz nach einander oft gekoſtet, ſo wird der Geſchmack momentan ſehr abgeſtumpft und man iſt nicht mehr im Stande, fein zu diſtinguiren, etwas, was bei allen Sinnen vorkommt. In den Geſchmäcken finden ſich übrigens viel mehr Subjektivitäten, als in den höheren Sinnen, z. B. dem Gehörſinn, ſchon deshalb, weil er mehr Inſtinktsſinn für die Nahrung iſt. So ändern ſich denn auch offenbar die Geſchmäcke mit den Lebensaltern, eine Erſcheinung, die ihren phyſiſchen Grund wohl in den Nahrungsfunktionen hat. Viele Speiſen und Stoffe, welche im Kindesalter gern genoſſen werden, werden ſpäter verſchmäht, und Subſtanzen, welche Kinder mit Widerwillen und Ekel genießen, werden ſpäter gern genoſſen[2]). Was die pathologiſch-ſubjektiven Geſchmäcke betrifft, wie z. B. die bitteren, ſüßen Geſchmacksempfindungen, die Empfindung des faden Geſchmacks ꝛc. in Krankheiten, ohne Genuß von Speiſen und Getränken, ſo ſind dieſelben Folgen innerer, organiſcher Reize oder vielmehr veränderter chemiſcher Prozeſſe im Innern des Organismus, vorzugsweiſe im Magen. Auf der Zunge reflektiren ſich die Zuſtände der Magenſchleimhaut[3]). In der Regel laſſen ſich wohl dieſe Zuſtände, wie alle oder die meiſten ſogenannten organiſchen Reize, auf die Abſonderung eines chemiſch-veränderten Speichels, auf Gallenpigment im Zungenbeleg ꝛc. reduziren und ſie ſind daher in ihren Urſachen von den objektiven Geſchmäcken nicht ſo verſchieden, als es ſcheint. Sie gehören ebenfalls in die Kategorie anderer in Kontakt mit den Geſchmacksnerven kommender ſchmeckbarer Potenzen[4]).

1) Als Beiſpiele dienen: die mögliche Unterſcheidung der verſchiedenen Weinſorten von feinen Weinkennern, die Unterſcheidung der verſchiedenen Theeſorten nach dem Geſchmack durch die von der oſtindiſchen Kompagnie in China gehaltenen Theeſchmecker. — 2) Vergl. hierüber die vielleicht damit in Zuſammenhang ſtehenden Veränderungen im Bau der Darmzotten nach den verſchiedenen Lebensaltern §. 138. Anm. 3. — 3) Vergl. die Beobachtungen von Beaumont §. 136. Anm. — 4) Ueber dieſe und verwandte Erſcheinungen, welche alle Sinne betreffen, ſ. d. allg. Phyſiol.

Vom Geruch.

§. 284.

Der Geruchſinn nimmt die von den riechenden Subſtanzen ausſtrömenden in der Atmoſphäre auflöslichen Theilchen wahr. Die Luft führt dieſelben bei der Inſpiration der inneren Naſe zu, wo ſie auf den Riechnerven wirken. Der Geruchsſinn iſt auf die Schleimhaut der Siebbeinzellen, der oberen und eines Theils der mittleren Muſchel beſchränkt, überall, wo ſich Zweige des Riechnerven veräſteln.

Von beſonderen Schriften über den Geruch in anatomiſcher und phyſiologiſcher Hinſicht ſind zu nennen: *Scarpa* disquisitiones anatomicae de auditu et olfactu. Ticini 1792. Deutſch von Schreger 1800. 4. — Sömmerring, Abbildungen der menſchlichen Organe des Geruchs. 1809. fol. — Hippolyt Cloquet, Osphreſiolgie oder Lehre von den Gerüchen, von dem Geruchsſinne, den Geruchsorganen und deren Krankheiten. Aus d. Franz. Weimar 1824. 8. — *Moeller* de odorum effectibus. Berol. 1826. 8.

§. 285.

Ueber den ausſchließlichen Sitz des Geruchs im Nervus olfactorius kann kein Zweifel ſeyn. Dies beweiſen: 1) direkte Experimente an Thieren. Wenn man bei Kaninchen die Ganglia olfactoria durchſchneidet, ſo entſteht kein Schmerz und keine Bewegung [1]). Die Thiere überſtehen die Operation leicht, haben aber dann keine Empfindungen mehr für die ſtärkſten Gerüche, während die Weichtheile, in denen ſich der Riechnerve verzweigt, durchaus für gewöhnliche Reize empfindlich bleiben. Dieſe Senſibilät wird durch die Aeſte des fünften Paares vermittelt, denen man früher fälſchlich auch Antheil am Geruch zugeſchrieben hat. — 2) Vergleichend-anatomiſche Thatſachen. Bei allen mit ſcharfem Geruch verſehenen, wirklich ſpürenden Thieren, iſt der N. olfactorius ſehr ſtark, viel ſtärker als beim Menſchen (vergl. den folgenden Paragraph). — 3) Pathologiſche Erfahrungen. Es ſind nämlich verſchiedene Fälle beſchrieben worden, wo man bei Perſonen, die im Leben gar keinen Geruch hatten, die NN. olfactorii entweder fehlend oder degenerirt fand. In anderen Fällen, wo ſich bei Perſonen ſubjektive, unangenehme Gerüche zeigten, fand man Veränderungen im Gehirn oder an den Wurzeln der Riechnerven [2]). Jeder einfache Schnupfen kann ferner einen Beleg hierzu abgeben, wo der Geruch momentan verloren geht, aber eine Empfindung für ſtärkere Reizmittel, welche die Zweige des fünften Paares afficiren, ſich erhält. Für dieſe doppelte Funktion beider Nerven ſprechen auch Beobachtungen an lebenden Individuen, welche ohne allen Geruch, doch Empfindungen für Reizmittel und die entſprechenden Reflexbewegungen auf Reizung des fünften Paares zeigen [3]).

1) Vergl. hierüber die Verſuche von *Valentin* de functionib. nervor. p. 10. — 2) Fälle von Morgagni, Loder, Roſenmüller u. A. beobachtet. S. die Zuſammenſtellung in Rudolphi's Phyſiologie Bd. II. S. 116. — 3) Vergl. hierüber §. 287.

§. 286.

Bei allen Wirbelthieren findet man ein deutliches Geruchsorgan, wenigſtens einen Riechnerven, der ſich auf einer Schleimhaut verbreitet und ſelbſt bei den mit Kiemen athmenden Thieren, welche keine in den Schlund penetrirenden Naſenöffnungen haben, bildet der Riechnerve anſehnliche Plexus und iſt öfters hier viel ſtärker entwickelt, als bei den im Waſſer lebenden Säugethieren [1]). Bei den Vögeln, wo der Geruch ſehr ausgebildet iſt, findet ſich ſchon eine große Analogie mit den Säugethieren und mit dem Menſchen. In der geräumigen Naſenhöhle liegen drei, meiſt knorpelige Muſcheln. Die mittlere Muſchel iſt die größte und ſtellt ein eingerolltes häutig-knorpeliges Blatt dar. Die obere Muſchel iſt mehr nur eine blaſenartige Einbiegung der knorpeligen Seitenwand der Naſe. Wie es ſcheint, verbreitet ſich der Geruchsnerve nur auf dieſer, während die beiden unteren Muſcheln mit Zweigen vom fünften Paare verſehen werden [2]). Bei den Säugethieren kommen große Verſchiedenheiten vor. Bei den Fiſchzitzthieren, z. B. dem Delphin, iſt der Geruchsnerve ſo fein, daß er von vielen Beobachtern ganz überſehen wurde. Er exiſtirt nur als ein ſehr dünner Faden auf jeder Seite und dem entſprechend bleibt auch das Siebbein überaus rudimentär. Mächtig entwickelt, weit mehr als beim Menſchen, iſt der Riechnerve bei den ſcharf riechenden Säugethieren. Es ſind hohle, kolben- und lappenförmige, mit zahlreichen Ganglienkugeln durchwirkte Nerven, welche vorn das Gehirn überragen, ſo namentlich bei den Fleiſchfreſſern, den Wiederkäuern, Pachydermen, Nagethieren, Beutelthieren (**Ic. phys. Tab. XXIII. fig. XVIII. Tab. XXIV. fig. XIII**). Es findet ſich hier gleichzeitig eine ſehr breite, mit zahlreichen Löchern durchbohrte Siebplatte und ein ſehr entwickeltes Labyrinth des Siebbeins. Unter den Muſcheln iſt beſonders die untere häufig ſehr entwickelt. Das umgerollte Knochenblatt ſchickt eine Menge Nebenäſte ab, welche ſich wieder vielfach theilen, ſo daß der Querdurchſchnitt einem vielfach veräſtelten Baume gleicht. Deshalb iſt auch hier überall die Naſenhöhle ſehr geräumig und es iſt hier begreiflicher Weiſe, ähnlich wie bei den Drüſen, darauf abgeſehen, möglichſt viele Berührungsfläche der Schleimhaut für die Riechſtoffe auf verhältnißmäßig kleinen Raum zuſammenzudrängen [3]). Die Nebenhöhlen der Naſe ſind im Allgemeinen vorhanden, zeigen aber große Verſchiedenheiten in der Entwickelung in den einzelnen Gattungen, oft bei ganz nahe verwandten Thieren. Die Stirnhöhlen ſind meiſt vorhanden und zuweilen, wie z. B. beim Elephanten, enorm groß, wo auch zugleich die Kieferhöhlen ſehr anſehnlich ſind. Dieſe fehlen oft bei ſcharfriechenden Thieren, z. B. den

Fleiſchfreſſern und Nagern völlig und zeigen dadurch an, daß ſie wahrſcheinlich in keiner ſonderlichen phyſiologiſchen Beziehung zu dem Geruchsorgan ſtehen [4]).

1) Da wir annehmen müſſen, daß die Gerüche nur wahrgenommen werden, wenn ſie in der Luft auflöslich ſind, ſo erſcheint die große Entwickelung der Geruchsnerven bei den Fiſchen um ſo auffallender, als ſie bei den Fiſchzitzthieren höchſt rudimentär bleiben. Vielleicht dienen ſie dort einer ſpezifiſch verſchiedenen Sinnesempfindung, werden mehr von einer chemiſchen Einwirkung im Waſſer aufgelöſter Subſtanzen affizirt und suppliren hier das Geſchmacksorgan, welches bei ganz mangelnder Zunge bei den Fiſchen gewiß nur ſehr wenig entwickelt iſt. — 2) Dies iſt auch bei den Säugethieren der Fall und hier um ſo auffallender, als bei den Fleiſchfreſſern und Wiederkäuern doch die ſo ſehr große Entwickelung der unteren Muſchel in direkter Beziehung zu dem hier ſo feinen Geruchſinn zu ſtehen ſcheint. Dieſes Verhältniß dürfte vielleicht darauf deuten, daß gewiſſe Gerüche, welche mehr chemiſch oder mechaniſch affiziren, und die daher nur uneigentlich Gerüche heißen, hier perzipirt werden. Es findet hierbei eine ähnliche Combination mit dem fünften Paare ſtatt, wie auf der Zunge. — 3) Am ſtärkſten iſt dieſe Entwickelung der unteren Muſchel z. B. am Hund, weniger an der Katze zu ſehen. — 4) Inſofern müſſen alſo die von mehreren Phyſiologen aufgeſtellten Behauptungen, daß die Seitenhöhlen mit zur Aufbewahrung der Gerüche dienten und daher bei gutriechenden Thieren vorzugsweiſe entwickelt wären, modifizirt werden.

§. 287.

Die Vergleichung des anatomiſchen Baues des menſchlichen Geruchsorgans mit dem der Säugethiere beſtätigt, was die Erfahrung lehrt, daß der Menſch manchen Gattungen vorangeht, der Mehrzahl aber in Bezug auf den Geruch nachſteht. Vergleicht man z. B. den Geruchsnerven eines erwachſenen Menſchen (Ic. phys. Tab. XXV. fig. III) mit dem eines Hundes (fig. IV), ſo zeigt ſich, daß der Riechkolben hier bei einem relativ zum Körper viel kleineren Gehirn, ein vier- bis fünfmal größeres Volum hat. Auch die Wurzeln ſind viel weniger ſtark. Dieſe ſetzen ſich beim Menſchen aus ſehr zarten Bündelchen zuſammen (fig. III), welche die graue Subſtanz in der Sylviſchen Grube durchbrechen und ſich bis in das Innere der Hemiſphäre des großen Gehirns verfolgen laſſen. Beim neugeborenen Kinde (fig. I) ſind die Riechnerven weniger lang, aber mehr den Riechlappen bei den Säugethieren vergleichbar, jedoch viel kleiner. Die Primitivfaſern ſind überaus fein und werden leicht varikös (§. 231). Sie durchſetzen, Geflechte bildend, die graue, höchſt zarte Ganglienmaſſe des Riechkolbens, welcher nur im Embryo, ſelten im Kinde, eine Höhlung zu erhalten ſcheint, die bei den meiſten Säugethieren das ganze Leben hindurch beſteht [1]). Auf der Siebplatte treten die Primitivfaſern, zu zarten, ſcheidenloſen Bündeln vereinigt, ohne von Ganglienkugeln begleitet zu werden, aus dem Riechkolben heraus und verlaufen nahe unter der Oberfläche der Schleimhaut, indem ſie in den Zellen des Siebbeins (Tab. XXVIII. fig. I)

und auf der oberen, zum Theil auch der mittleren Muſchel dichte Plexus bilden. Wie ſich die Nerven an der Peripherie endigen iſt ganz unbekannt [2]).

1) Der Geruchsnerve entwickelt ſich bekanntlich im Embryo aus der vorderen Hirnblaſe (vergl. die Entwickelungsgeſchichte Buch I). Er behält lange eine Höhle, wie bei den Säugethieren im ganzen Leben, welche mit den Seitenventrikeln in Verbindung ſteht und wie dieſe mit einem zarten Flimmerepithelium überzogen iſt. Erſt im dritten oder vierten Lebensjahre zieht ſich die mehr breite Wurzelbaſis länger und ſchlanker aus. Bekanntlich bilden ſich auch die Nebenſinus des Geruchsorgans erſt nach der Geburt allmählig aus. Mit dieſen Metamorphoſen ſcheint auch die Thatſache im Zuſammenhange zu ſtehen, daß Kinder in den erſten Lebensjahren viel ſchlechter riechen, als Erwachſene. -- 2) Valentin giebt ſehr richtig an, daß die Primitivfaſern des Riechnerven an Feinheit denen des Sehnerven nachſtehen und mehr denen im Hörnerven gleichen. Valentin nimmt an, daß ſich auch Ganglienkugeln (oder ihnen ſehr ähnliche Gebilde) an der inneren Oberfläche der feineren Plexus finden, was ich für kaum entſcheidbar halte. Man kennt nach meiner Meinung noch keine Methode, die Schleimhaut der Geruchswerkzeuge ſo mikroſkopiſch zu unterſuchen, um den Verlauf der Primitivfaſern oder gar deren Ende verfolgen zu können. Ich bin hier nie zu irgend einem Reſultate gekommen. Die Hauptausſtrahlungen des Geruchsnerven auf der Schleimhaut ſ. bei Sömmerring Geruchsorgan Tab. II und III. und bei Arnold Tab. IX.

§. 288.

Die riechenden Subſtanzen, welche nicht gleichzeitig mechaniſch oder chemiſch irritirende Ausſtrömungen veranlaſſen, werden beim Einathmen der Naſe zugeführt. Je mehr wir Luft einziehen, um ſo intenſiver iſt der Sinneseindruck. Wir ſchließen dabei den Mund, um alle Luft ſammt den Riechtheilchen durch die Naſe eintreten zu laſſen, dabei wirken die Erweiterungsmuskeln der Naſenflügel mit, welche daher auch bei ſcharf riechenden Thieren ſtärker entwickelt ſind. Beim intendirten Riechen oder dem Spüren, wenn wir Gerüche genau prüfen wollen, machen wir gleichzeitig kurze, mehrmals wiederholte Inſpirationen und ziehen die Luft mit Riechtheilchen möglichſt hoch in die Naſe. Die Naſe iſt hierzu zweckmäßig gebaut, indem die durch eine engere Oeffnung in eine weitere Höhle einſtrömende Luft die Bewegung derſelben nach phyſikaliſchen Geſetzen verlangſamt und eine innigere Berührung mit der Schleimhaut veranlaßt. Die Riechtheilchen löſen ſich in der mit Feuchtigkeit durchdrungenen Naſenſchleimhaut und wirken ſo durch Endosmoſe auf die Nerven. Bei trockener Naſenſchleimhaut riechen wir unvollkommener oder gar nicht. Reine Gerüche affiziren nur den Riechnerven; hierher gehören die meiſten Blumengerüche und viele thieriſche Stoffe z. B. Moſchus. Chlor, Ammoniak, Eſſigſäure, wirken reizend auf das fünfte Paar und werden daher auch von ſolchen Individuen wahrgenommen, die faſt keinen Geruch haben [1]), bei denen die Geruchsnerven fehlen oder zerſtört wurden. Wegen der Nähe des Gehirns und des unmittelbaren Zuſammenhangs des Geruchsnerven

mit den Hemiſphären ſcheint das Senſorium von ſtarken auf den Geruchsnerven applizirten Reizen leichter affizirt zu werden, als von andern Sinnesnerven aus. Daher entſtehen bei ſchwächlichen Perſonen, beſonders beim weiblichen Geſchlechte, leicht Ohnmachten auf ſtarke Gerüche [2]). Auch Reflexionserſcheinungen, wie Erbrechen, können auf heftige, beſonders ekelhafte Gerüchte eintreten.

1) Vergl. oben §. 284. Mir iſt ein junger Mann bekannt, der zugleich mit einer Schweſter die Eigenthümlichkeit theilt, durchaus keine Geruchsempfindung zu beſitzen, während ſeine Eltern und eine andere Schweſter die normalen Verhältniſſe zeigen. Ammoniak erregt jedoch bei ihm eine deutliche ſtechende Geruchsempfindung. Außer Magendie (Journal de physiologie Tom. IV. und Handb. der Phyſiol. I. S. 110) ſcheint wohl Niemand mehr anzunehmen, daß auch der fünfte Nerve in der Naſe Geruchsempfindungen vermittle. Ammoniak wirkt als reizender Körper auf jeden ſenſiblen Nerven. Vergl. *Valentin* de functionib. nervor. p. 11. — 2) Es kann allerdings öfters zweifelhaft bleiben, ob gewiſſe, z. B. narkotiſche Gerüche durch Fortleitung von Geruchsnerven auf das Senſorium wirken, oder erſt ſekundär durch Aufnahme ins Blut in den Lungen.

§. 289.

Bei dem Geruchsorgan finden ſich außerordentlich viele ſubjektive Erſcheinungen und individuelle Abweichungen. Einzelne Perſonen zeichnen ſich durch ungewöhnliche Feinheit in der Perzeption und Unterſcheidung von Gerüchen aus [1]). Bei den Thieren aber entwickelt ſich der Geruch ſo außerordentlich, daß derſelbe mit den hauptſächlichſten Inſtinkten zuſammenhängt, welche bei den Ernährungs- und Geſchlechtsfunktionen vorkommen [2]). Nach angeſtellten Verſuchen verhalten ſich einzelne Individuen in Bezug auf Wahrnehmung und Beurtheilung von Gerüchen, z. B. von Blumen, ſehr verſchieden [3]). Höchſt verſchieden ſind auch die Angaben über das, was Wohlgeruch oder Geſtank iſt, was angenehm oder unangenehm auf die Geruchsnerven wirkt u. ſ. w. Daher auch die Antipathien und Idioſynkraſien gegen Gerüche oft ſehr entſchieden aber äußerſt relativ ſind [4]). Wenige Verſuche ſind noch gemacht worden über die Wirkungsart anderer Reize auf den Geruchsnerven [5]). Jedoch kommen häufig ſubjektive pathologiſche Gerüche vor, die aber immer unbeſtimmter Natur ſind und mit dem Namen ſüß, ſäuerlich-ekelhaft ꝛc. von den treffenden Perſonen bezeichnet werden.

1) Hierher gehören die Fälle von Unterſcheidung beſtimmter Ausdünſtungen bei geſunden und kranken Menſchen. Menſtruirende Frauen, Pocken, Maſern ꝛc. werden von den wenigſten Aerzten, von dieſen aber leicht am Geruch erkannt. Die Indianer in Amerika unterſcheiden nach Humboldt einen Weißen, einen Neger und ihre eigene Raſſe durch den Geruch. — 2) Daher die Feinheit und gleichzeitige Verſchiedenheit der Gerüche bei den fleiſchfreſſenden und pflanzenfreſſenden Thieren; der Geruch faulender Thierkörper, welcher die auf Aas angewieſenen Thiere aus großer Entfernung lockt; die Gerüche an den Geſchlechtstheilen bei den Thieren (beſonders in der Brunftzeit), wo ſo viele ſpezifiſch riechende

Sekrete abgeſondert werden. Vergl. darüber weiter die allg. Phyſiologie. — 3) Turner (vergl. Arnold's Phyſiologie II. S. 561) ſtellte hierüber Verſuche an. Er fand, daß die Blume von Iris persica unter 54 Perſonen von 41 für wohlriechend, von 4 für wenig riechend, von 8 für gar nicht riechend und von einer für übelriechend erklärt wurde; unter 30 Perſonen fanden 23 die Anemone nemorosa wohlriechend, 7 dieſelbe gar nicht riechend. — 4) Hyſteriſche Perſonen lieben den Geruch der Ruta, Matricaria, den Geruch verbrannter Federn ꝛc. Aehnliches findet man bei Thieren, z. B. bei der Katze, auf deren Senſorium die Nepeta cataria und Teucrium marum ſo angenehm wirken, daß ſie ſich auf ſolche Blumentöpfe ſtürzen, ſich dabei wie toll gebehrden ꝛc. — 5) Merkwürdig bleibt es, daß z. B. galvaniſche Reize außer den gewöhnlichen Senſationen vorzüglich Lichtempfindung im Auge, z. B. von der Mundhöhle aus (mit einem gewöhnlichen Induktionsapparat) hervorrufen, nie auf dieſe Weiſe Gehör-, Geruchs- oder deutliche Geſchmacksſenſationen. Auch bei direkter Applikation in der Naſenhöhle bis zur mittleren Muſchel konnte ich keine Geruchsempfindung wahrnehmen. Die verſchiedene Wirkung der nicht adäquaten Reize auf die verſchiedenen Sinne verdiente noch genauere Unterſuchungen.

Zweites Kapitel.

Vom Gehör.

Allgemeine phyſikaliſche Bedingungen des Hörens.

§. 290.

Wenn wir die Empfindung des Hörens phyſiologiſch bezeichnen wollen, ſo verſtehen wir darunter die Anregung der ſpezifiſchen Energie des Gehörnerven oder achten Hirnnervenpaars durch eine äußere Qualität, in der Regel durch jene Wellenbewegung feſter und flüſſiger Körper, welche wir **Schall** nennen. Ein Schall entſteht dadurch, daß die durch irgend eine Urſache in einem Körper hervorgebrachten Schwingungen oder Wellenbewegungen anderen damit in Berührung ſtehenden Körpern (z. B. der Luft) mitgetheilt werden (Medien des Schalls), welche dieſelben wieder zu den inneren Theilen des Ohres fortpflanzen und die Primitivfaſern des Hörnerven in ähnliche Schwingungen verſetzen, welche wir dann als Töne oder Geräuſch empfinden. Die äußeren phyſikaliſchen Geſetze der Wellenbewegungen, welche den Schall erzeugen, lehrt die **Akuſtik**.

Es ſcheint mir unzweckmäßig, in einem Grundriß oder Lehrbuch der Phyſiologie die Bewegungen ſchallender Körper phyſikaliſch zu analyſiren, da dieſelben vielmehr als Theile der Phyſik vorauszuſetzen ſind. In den mündlichen Vorträgen über Phyſiologie mag es zweckmäßig ſeyn, eine kurze Darſtellung der Akuſtik zu geben. Sonſt iſt auf die Lehrbücher der Phyſik zu verweiſen. Vergl. z. B. die kurze und gedrängte Darſtellung in Kämtz Lehrbuch der Experimentalphyſik. Halle 1839. S. 175. Ausführ-

licher im Lehrbuch der Experimentalphyſik von Biot überſetzt von Fechner 2. Bd. Leipzig 1829. Von beſonderer Wichtigkeit iſt das Werk über die Wellenlehre von E. H. Weber und W. Weber. Leipzig 1825. Vergl. außerdem als Hauptwerk: Chladni Akuſtik. Leipzig 1804. 4. Deſſelben neue Beiträge zur Akuſtik. Leipzig 1817. 8. Ausführlich iſt die Lehre vom Schall auch in dem Handbuch der theoretiſchen und praktiſchen Ohrenheilkunde von Lincke. Bd. I. Leipzig 1837 abgehandelt Dieſes Werk giebt gleichzeitig mit großer Vollſtändigkeit alle bis dahin bekannten Thatſachen und Anſichten über die Anatomie und Phyſiologie der Gehörwerkzeuge, nebſt manchfachen eigenen Erfahrungen, und iſt in der That eines der wenigen pathologiſchen Handbücher, das mit ſolcher Ausdehnung auf anatomiſch-phyſiologiſchem Boden ruht und viele ältern Werke entbehrlich macht. Da ich die Citate, bis auf einige wenige, richtig fand, ſo habe ich der Kürze halber häufig auf dieſes Lehrbuch verwieſen, zugleich auch auf die ſchätzbare: Sammlung auserleſener Abhandlungen und Beobachtungen aus dem Gebiete der Ohrenheilkunde, von demſelben Verfaſſer. Leipzig 1836—40.

Morphologie der Hörwerkzeuge.

§. 291.

Kaum bei irgend einem Organe oder Phänomene der Thierwelt erweiſt ſich eine morphologiſche Betrachtung durch die Thierreihe ſo fruchtbar, als bei dem Gehörorgane, wo eine ſtufenweiſe Vervollkommnung in der Ausbildung auf das Deutlichſte nachzuweiſen iſt. Ueberall, wo ein Hörorgan deutlich auftritt, unterſcheidet man mehr äußerliche Leitungsorgane und innere Perzeptionswerkzeuge; als letztere ſind die unmittelbaren Nervenausbreitungen zu betrachten, als erſtere theils die äußeren Bedeckungen, theils die beſonderen zum Labyrinthe führenden Theile des Ohres.

Die wichtigſten vergleichend morphologiſchen Schriften über die Formen der Gehörwerkzeuge in der Thierreihe ſind: *Comparetti* observationes anatomicae de aure interna. Patavii 1789. *Ant. Scarpa* disquisitiones anatomicae de auditu et olfactu. Ticini et Mediol. 1789 et 1791. fol. c. tab. aen. ins Deutſche überſetzt. Nürnberg 1800. 4. *E. H. Weber* de aure et auditu hominis et animalium. Pars I. de aure animalium aquatilium. C. X. tabb. Lips. 1820. Vergl. auch deſſelben Adnotationes anatomicae et physiologicae de pulsu, resorptione, auditu et tactu. Lips. 1834. *Breschet* recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie des Poissons. Paris 1838. 4. av. 17 pl. — J. Müller über den eigenthümlichen Bau des Gehörorgans bei den Cykloſtomen. Berlin 1838. — *Windischmann* de penitiori auris in Amphibiis structura. Lips. 1831. c. III. tabb. 4. — *Breschet* recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux. Paris 1836. av. pl. — Ueber das menſchliche Hörorgan vergl. vorzüglich: Sömmerring Abbildungen des menſchlichen Hörorgans. Frankf. 1806. — *Breschet* recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouie et sur l'audition dans l'homme et les animaux vertébrés. Paris 1836. 4. avec 13 planches. (zum Theil copirt in M. J. Weber's Supplement zu deſſen anatomiſchem Atlas). — Vorzügliche Abbildungen in Arnold's Icones anatomicae Fasc. II. Vergl. auch *Thomas Buchanan* physiological Illustrations of the Organ of Hearing, more particularly of the Se-

cretion of Cerumen etc. London 1828. Zum Theil ausgezogen in Meckel's Archiv. Jahrg. 1828. Vergl. übrigens Icones physiologicae Tab. XXIX. Ueber die feinere Anatomie vergl. Pappenheim die ſpezielle Gewebelehre des Gehörorgans nach Struktur, Entwickelung und Krankheit. Breslau 1840. Mit zahlreichen eigenen Beobachtungen, in denen man jedoch einen Mangel an Ueberſichtlichkeit ungern vermißt. — Ueber die Phyſiologie des Gehörwerkzeugs vergl. die öfter citirten Lehrbücher, dann den ſehr klar und überſichtlich geſchriebenen, auch eigene Beobachtungen enthaltenden Artikel von Theile in Schmidt's Encyklopädie der Medizin. Bd. III. S. 427.

§. 292.

Sehr einfache Formen von Gehörwerzeugen kommen bei den Tintenfiſchen und den Krebſen vor. Bei den erſteren ſtellt das Gehörorgan blos ein knorpeliges Veſtibulum (als einfache Aushöhlung im Kopfknorpel) dar, in welchem ein häutiges Veſtibulum (das Hörſäckchen Ic. physiol. Tab. XXIX fig. XVI. A. f) von Flüſſigkeit umgeben liegt. Hierauf breitet ſich der Hörnerve aus. Inwendig im Säckchen liegt ein Hörſteinchen (fig. XVI. B). Das Hörorgan hat kein Fenſter oder irgend eine Membran nach außen und die Schallwellen gelangen vom Waſſer durch die äußeren Bedeckungen und den Kopfknorpel auf das Labyrinthwaſſer und das Hörſäckchen[1]). Bei den Krebſen, z. B. dem Flußkrebs, ſpringt an der unteren Fläche des Baſalgliedes der äußeren größeren Antennen jederzeit ein koniſcher, hohler Fortſatz vor. Inwendig liegt ein mit Flüſſigkeit gefülltes Säckchen ohne Hörſtein, auf dem ſich der Nerve verzweigt. Der koniſche Fortſatz oder Hörcylinder ſtellt alſo das knöcherne Veſtibulum, das Hörſäckchen das häutige Veſtibulum dar. Am Hörcylinder findet ſich aber eine kleine runde Oeffnung, welche dem runden Fenſter der Wirbelthiere entſprechend, wie dieſes mit einer Membran (membrana tympani secundaria) verſchloſſen iſt, von wo aus die Schallwellen in das Innere geworfen werden[2]).

1) Vergl. die näheren Beſchreibungen in meinem Lehrb. der vergl. Anat. Die Abbildung in den Ic. physiol. nach Weber a. a. Tab. II. bezieht ſich auf die Gattung Octopus. Hier iſt das Gehörſteinchen ein ſchüſſelförmig ausgehöhltes Plättchen, bei andern Gattungen eine Kryſtalldruſe von kohlenſaurem Kalk. Bei allen Cephalopoden liegt das Gehörorgan in dem unteren Theile des Kopfknorpels, unter dem unteren Schlundganglion (dem kleinen Gehirn entſprechend Tab XXIX. fig. XVI. A. y). Aeußerlich bildet das Veſtibulum, wenn man Haut und Muskeln ablöſt, jederſeits ein Paar ſchwache Wölbungen. Bei andern Cephalopoden z. B. Loligo iſt die Höhle des Labyrinths ungleich durch knorpelige Vorſprünge. Vergl. die neuen Darſtellungen in meinem Icones zootomicae Tab. XXIX. — 2) S. Abbildungen und weiteres Detail bei Weber Tab. I. und in *Milne Edwards* Histoire naturelle des Crustacés. Vol. I. Pl. 12. — Dieſe einfachen Formen der Hörwerkzeuge, welche von hohem phyſiologiſchen Intereſſe ſind, ſcheinen nach neueren Unterſuchungen allgemeiner bei den wirbelloſen Thieren vorzukommen, als man bisher vermuthete. Siebold fand bei den zweiſchaligen Muſcheln und den Schnecken einen ähnlichen Typus, wie bei den Tintenſchnecken. Er entdeckte

zwei Bläschen oder Kapſeln, welche mit dem Centralnervenſyſtem in Verbindung ſtehen, und in ihrer Höhle eine Flüſſigkeit nebſt einem oder mehreren Hörſteinchen enthalten. Die Otolithen zeigen innerhalb ihrer Kapſeln merkwürdige Bewegungen. Vergl. den wichtigen Aufſatz von Siebold im Archiv f. d. Naturgeſchichte. Jahrg. 1841. Bd. I. S. 148. Vergl. auch §. 305. Anm.

§. 293.

Von den Cephalopoden findet ein natürlicher Uebergang zu den Fiſchen im Baue des Gehörorgans ſtatt, welche in ſich ſelbſt wieder eine gegliederte Stufenreihe bilden. Bei den Cykloſtomen iſt noch ein ſehr einfacher Bau vorhanden. Das Labyrinth liegt jederſeits in einer eiförmigen mit dem Schädel verbundenen Knorpelkapſel, welche im Innern das Säckchen des häutigen Labyrinths einſchließt. Bei der niedrigſten Form (**Myxine** und **Bdellostoma**) erhebt ſich aus dem, dem Vorhofe entſprechenden Säckchen nur ein einziger halbkreisförmiger Kanal, welcher ringförmig in ſich zurückkehrt und an einer dem **Alveus communis** entſprechenden Stelle eine Ausbreitung des Gehörnerven hat [1]). Bei den höheren Cykloſtomen (**Petromyzon**) bilden ſich bereits zwei halbkreisförmige Kanäle aus (**Ic. phys. Tab. XXIX. fig. XV. g**); jeder entſpringt (g′) mit einer Ampulle aus dem Vorhofſäckchen (**Alveus communis canalium semicircularium**). Das Labyrinthwaſſer umſpühlt und umhüllt die häutigen Theile, aber Gehörſteine oder kryſtalliniſche Ablagerungen ſcheinen den Cykloſtomen zu fehlen. Die übrigen Knorpel- und Knochenfiſche haben drei große entwickelte Bogengänge (**fig. XII. g. g. Tab. XXIII. fig. I**), welche in den gemeinſamen Vorhof münden, von dem eine Abtheilung, als Gehörſack (a), ſtark abgeſchnürt iſt. Eine Schnecke fehlt [2]). Die halbkreisförmigen Kanäle ſind, wie in der ganzen Wirbelthierreihe, nach den drei Dimenſionen des Raums geſtellt. Im Vorhof und dem Gehörſack finden ſich entweder halbweiche Konkremente (Kryſtalle) aus kohlenſaurem Kalk (ſo bei den Knorpelfiſchen), oder harte, porzellanartige, verſchieden geſtaltete Hörſteine (ſo bei den Knochenfiſchen). Das ganze eben beſchriebene Labyrinth der Fiſche iſt bei den Knorpelfiſchen in die Subſtanz des Schädelknorpels eingeſchloſſen; doch führen in der Regel Kanäle aus dem Labyrinth bis unter die Haut zu eigenen Oeffnungen (Fenſtern) am Kopfknorpel, welche durch Häutchen verſchloſſen ſind. Dieſe äußeren Fortſetzungen fehlen in der Regel bei den Knochenfiſchen, wo das häutige Labyrinth meiſt frei neben dem Gehirn in der Schädelhöhle liegt, zum Theil aber auch in die Schädelknochen eingeſchloſſen iſt. Hier iſt das Labyrinth von demſelben gallertartigen Gewebe und der öligen Flüſſigkeit umgeben, welche die Schädelhöhle neben dem Gehirne ausfüllt [3])

1) Vergl. über den Bau der Gehörwerkzeuge der Cykloſtomen die angeführte ausführliche Arbeit, mit zahlreichen Abbildungen verſehen, von J. Müller. — 2) Der Gehörſack (**Succus vestibuli**) ward früher öfter irriger Weiſe der Schnecke verglichen.

Er ſcheint vielmehr dem Sacculus rotundus im Vorhof der höheren Thiere zu entſprechen. Abbildungen von Gehörwerkzeugen der Fiſche ſ. bei Weber, Breſchet und Icones zootomicae Tab. XXII. — 3) Vergl. über weiteres Detail mein Lehrbuch der vergl. Anat. S. 449 und Joh. Müller's Handb. der Phyſiol. Bd. II. S. 412. Die Fiſche ſcheinen häufig einen Spannungsapparat für das Labyrinth, wie die höheren Wirbelthiere zu beſitzen. Dazu gehören eine Kette eigenthümlicher, beweglicher Knöchelchen bei vielen Knochenfiſchen, die mit der Schwimmblaſe in Verbindung ſtehen und die man mit den Hörknöchelchen der höheren Thiere verglichen hat. Vergl. Ic. zootom. Tab. XXII. fig. XIV. XV.

§. 294.

Bei den Amphibien zeigen ſich große Manchfaltigkeiten im Baue des Gehörorgans, welche ſchon durch die verſchiedene Lebensweiſe, in und außerhalb dem Waſſer, bei den einzelnen Ordnungen bedingt werden. Bei den nackten Amphibien (Fröſchen, Salamandern, Proteideen) fehlt noch die Schnecke, wie bei den Fiſchen. Daher iſt auch nur ein einziges Fenſter, das ovale oder Steigbügelfenſter vorhanden, welches durch ein Hörknöchelchen (die Steigbügelplatte) verſchloſſen wird. Das Labyrinth iſt wie bei den Fiſchen gebaut[1]). Bei den beſchuppten Amphibien (Schlangen, Schildkröten, Eidechſen) iſt eine einfache kegelförmige Schnecke vorhanden und der Bau überhaupt ganz dem der Vögel analog. Mit Ausnahme der Schlangen beſitzen ſie eine Trommelhöhle und das Trommelfell ſteht mit dem ovalen Fenſter durch ein ſtabförmiges Gehörknöchelchen (Columella), (Ic. physiol. Tab. XXIX. fig. XIII. B., neben A. das häutige Labyrinth der Schildkröte), deſſen Baſis der Steigbügelplatte entſpricht, in Verbindung. Beim Krokodil allein findet ſich ein äußeres Ohr in rudimentärer Form[2]).

1) Auch bei den nackten Amphibien kommen wieder kleinere Variationen vor, welche mit einer ſtufenweiſen Vervollkommnung in Verbindung ſtehen. Die Fröſche z. B. haben eine größtentheils häutige Trommelhöhle und ein äußerlich ſichtbares Trommelfell, welche Theile bei den Salamandern fehlen. Näheres Detail in meiner vergleichenden Anatomie. — 2) Vergl. beſonders die angeführte Schrift von Windiſchmann mit guten Abbildungen. Kopien daraus in meinem Icones zootomicae Tab. XVII.

§. 295.

Bei der Kleinheit der Gehörorgane des Menſchen und der Säugethiere und der Schwierigkeit der Präparation derſelben, empfiehlt ſich die Klaſſe der Vögel ganz vorzüglich zu einer näheren Unterſuchung, indem wir hier im Weſentlichen dieſelben Bildungen wiederfinden und das Gehörorgan der anatomiſchen Unterſuchung viel zugänglicher iſt[1]). In den weſentlichen Punkten gleicht das Gehörorgan der Vögel dem der beſchuppten Amphibien, nur ſind die Schnecke und beſonders die Bogengänge mehr entwickelt. Das äußere Ohr fehlt, nur wenige, wie die Eulen, haben eine große häutig muskulöſe Falte, welche auf- und zugeklappt werden kann. Der äußere

Gehörgang iſt ſehr weit, aber kurz, nur nach hinten knöchern. Das Paukenfell iſt ſehr groß und beſteht aus mehreren Lamellen. Die geräumige Paukenhöhle ſteht durch markloſe Höhlungen mit vielen, oft mit allen Schädelknochen in Kommunikation (ſo namentlich bei den Eulen) und nimmt die meiſt ganz knöcherne Euſtachiſche Röhre auf, welche mit der der andern Seite in eine gemeinſame Oeffnung zuſammenfließt. Die Kette der Hörknöchelchen beſteht 1) aus einem meiſt dreieckigen an das Paukenfell befeſtigten, dem Hammer entſprechenden Knorpel; 2) aus der langen ſtabförmigen Kolumella (**Bacillus** bei Haller; **Ic. physiol. XXIX. fig. X. o**); 3) aus dem mit der Kolumella verwachſenden tellerförmigen Deckelchen (**Operculum**), welche das eiförmige Fenſter, wie die Baſis des Steigbügels bei den Säugethieren verſchließt [2]). Nur ein entwickelter Muskel, offenbar dem Spanner des Trommelfells (**Musc. tensor tympani**) entſprechend, (**Ic. physiol. XXIX. fig. X. ***) entſpringt neben dem Gelenkknopf des Hinterhauptbeins und geht durch einen kurzen knöchernen Kanal zum Hammerknorpel [3]). Das anſehnliche knöcherne Labyrinth iſt nur von ganz lockerer Knochenmaſſe umgeben und ſehr leicht herauszupräpariren (**Ic. physiol. Tab. XXIX. fig. VIII, IX, X**). Der Vorhof (e) iſt klein, während dagegen die Bogengänge (gg) meiſt, beſonders bei den Raub- und Singvögeln ſehr anſehnlich ſind. Die beiden nach außen und hinten liegenden kreuzen ſich vollſtändig, der äußere liegt horizontal. Nach vorne, unten und innen ſpringt die kegelförmige Schnecke (h) vor; das runde Fenſter iſt mit einer Membran (**Tympanum secundarium**) verſchloſſen. Das häutige Labyrinth (**fig. XI**) iſt in ſeinen Bogengängen und Vorhofſäckchen im Weſentlichen wie bei den Säugethieren gebaut. In den Säckchen des Vorhofs finden ſich als Otolithen kreideähnliche, pulverige Maſſen, aus zahlreichen $^1/_{500}$—$^1/_{100}$‴ großen Kalkkryſtallen gebildet. Die Schnecke (h) iſt von der der Säugethiere verſchieden und derjenigen der Amphibien, beſonders des Krokodils ähnlich; ſie enthält inwendig zwei gekrümmte Knorpelblätter von dreieckiger Form, welche durch eine zarte Membran verbunden werden; über dieſer liegt eine andere gefaltete, ſehr gefäßreiche Membran, welche einen beutelförmigen Fortſatz in die runde Endanſchwellung des Schneckenkegels ſchickt; es iſt die ſogenannte Flaſche (**Lagena**). Der Nerve dringt an die eine äußere Seite eines der Knorpel, ſchwillt hier an, durchbohrt den Knorpel mit unzähligen Fäden und verbreitet ſich zwiſchen beiden Knorpeln auf der, der Spiralplatte analogen, beide Knorpel verbindenden Membran; ein Zweig verbreitet ſich auf der Flaſche [4]).

1) Ich bin bei der Beſchreibung der Hörwerkzeuge der Vögel etwas ausführlicher geweſen, weil ſich dieſelben zur Zergliederung namentlich des Labyrinths, vorzüglich empfehlen und Präparate leicht herzuſtellen ſind. Am beſten eignen ſich Eulen, vorzüglich der Uhu, wo alle Theile ſehr groß ſind. Vergl. Ic. zootom. Tab. XII. fig. XIV—XVIII. Weiteres Detail ſiehe bei Windiſchmann a. a. O. Tab. II. dann vorzüglich bei *Breschet* Recherches anat. et physiol. sur l'organe de l'ouie chez les Oiseaux.

Der Atlas enthält zahlreiche Abbildungen. Einen vollſtändigen Auszug und alle nothwendigen Figuren gab Breſchet in den Ann. des sc. nat. Tome cinquième. Paris 1836. p. 1. — 2) Der untere Theil der Kolumella erſcheint öfters, wie z. B. beim Pelekan, zweiſchenkelig und geht ſo in die Steigbügelform der Säugethiere über, wo wiederum der Steigbügel öfters ſtabartig wird, wie beim Känguruh und Schnabelthier. Vergl. die Zuſammenſtellung der Steigbügelformen in der Reihe der Säugethiere nach Carlisle in den Icones zootomicae Tab. VIII. — 3) Es ſcheint mir bei den Vögeln, wie bei den Säugethieren nur ein Muskel, der Spanner des Trommelfells, vorhanden zu ſeyn; die übrigen von Breſchet beſchriebenen Muskeln ſind vielleicht nur Bänder. — 4) Nähere Abbildungen und Beſchreibungen dieſer Theile bei Windiſchmann a. a. O. und Treviranus in der Zeitſchr. f. Phyſiol. Bd. I. S. 188. Tab. IX.

§. 296.

Die Gehörwerkzeuge der Säugethiere ſind im Weſentlichen nach dem Typus der menſchlichen gebaut und die Darſtellung der kleineren Differenzen gehört der ſpeziellen Zootomie an. Alle Säugethiere, mit Ausnahme des Schnabelthiers und der Echidna, ſcheinen eine gewundene Schnecke zu haben, deren Spindel durchbohrt iſt; der Nerve dringt hier ein und breitet ſich auf der Spiralplatte aus. Die Zahl der Windungen iſt bei den verſchiedenen Thieren verſchieden, ebenſo die Größe und Weite der Bogengänge. Hammer, Ambos und Steigbügel wechſeln zwar in ihrer Form, bleiben aber der Zahl und dem allgemeinen Typus nach dieſelben und bilden eine bewegliche Kette, welche das Labyrinth mit dem Trommelfell verbindet. Im äußeren Ohr kommen große Verſchiedenheiten vor, hervorgerufen durch die äußeren Lebensbedingungen der entſprechenden Thiere. Immer iſt das Labyrinth in die feſte Knochenmaſſe des Schläfebeins eingeſenkt, daher der Präparation ſchwer zugänglich; nur bei neugebornen Thieren iſt das Labyrinth von lockerem Knochengewebe umgeben.

Ueber weiteres Detail vergl. mein Lehrb. der vergl. Anat. S. 459 u. f. Auf Tab. XXIX. der Ic. phys. fig. I, II und VII ſind beiſpielsweiſe die Hörknöchelchen und das Labyrinth eines Säugethiers, des Eichhorns, mit den entſprechenden Gebilden beim Menſchen zuſammengeſtellt. Hörknöchelchen der Affen ſ. in Ic. zootom. Tab. VIII. fig. XV und XVI.

§. 297.

Auf eine überraſchende Weiſe durchläuft die Entwickelung des Ohres bei den höheren Wirbelthieren und beim Menſchen die verſchiedenen Stufen der Ausbildung, welche wir in den letzten §§. als beharrliche Bildungen in der Thierreihe kennen gelernt haben. Zuerſt entſteht die Anlage des Labyrinths, indem ſich ein kleines Bläschen jederſeits aus der Blaſe für das verlängerte Mark herausſtülpt (Ic. phys. Tab. IV. fig. V g), welche Bläschen hinter dem zweiten Kiemenbogen ſichtbar werden und bald als kurzgeſtielte Beutelchen erſcheinen, die durch eine weite Oeffnung mit der

genannten Hirnblaſe kommuniziren (Tab. IV. fig. VII. i). Die anfänglich rundliche Form geht mehr in eine birnförmige über (Tab. V. fig. IV, V c. fig. XII. A i. Tab. XXII. fig. XVII. e). Nun legt ſich um das dünnrandige Bläschen eine ringförmige Kapſel (Tab. XXII. fig. II. e), welche bald ziemlich dick wird und die knorpelige Hülle des Labyrinths oder die Grundlage des künftigen Felſenbeins bildet, während das inwendige Bläschen zum häutigen Labyrinth ſich umformt. Der länger ausgezogene Stiel (Tab. XXII. fig. II.) wird zum Hörnerven. Um dieſe Zeit gleicht das Gehörwerkzeug dem der Cephalopoden (§. 292) und zum Theil der Cykloſtomen unter den Fiſchen (§. 293); es iſt ein Vorhofſäckchen mit einer Knorpelkapſel [1]). Von dem rundlich-länglichen Vorhof aus erheben ſich drei breite, hohle Falten, die bogenförmig aufſteigen und mit ihren dem Vorhof zugewendeten Platten verwachſen. Dies ſind die Bogengänge, anfangs kurz und weit, ſchnüren ſie ſich im Bogentheile zuſammen und erweitern ſich an der Einmündung in den Vorhof in die Ampullen. Eine Scheidung in die häutigen Bogengänge und den knorpeligen, verknöchernden Ueberzug tritt bald ein. Der flüſſige, mit klaren, zelligen Theilchen verſehene Inhalt der Vorhofsblaſe ſtimmt ſehr mit dem der Hirnblaſen überein. Nachdem aber die hiſtologiſche Sonderung des Hörnerven eingetreten iſt, ſchießen im Labyrinthwaſſer bald auch die Kalkkryſtalle (Otolithen) an. Schwieriger iſt die Beobachtung der Entwickelungsgeſchichte der Schnecke. Dieſe bildet ſich dadurch aus, daß am Vorhofſäckchen oder Ohrbläschen eine Verlängerung nach vorn entſteht; es bildet ſich ein eigenes Säckchen für die Schnecke mit doppelten Schichten. Ein kleineres, längliches, plattgedrücktes Säckchen ſteckt locker in einem ähnlichen größern. Das innere iſt unmittelbare Fortſetzung des urſprünglichen Hörbläschens und des Nerven; es wird zur Spindel, während aus dem äußeren Bläschen ſich das Schneckengehäuſe bildet. Anfänglich erheben ſich die inneren Windungen gar nicht oder nur ſehr wenig über die äußeren. Die Schneckenwindungen zeigen mehr eine liegende Spirale, was bei manchen Säugethieren bleibende Bildung wird. Mit der weiteren Entwickelung des Schneckenrohres bildet ſich auch die pyramidale Geſtalt aus. Erſt nachdem die äußere Geſtalt vollendet iſt, wird die Spiralplatte angelegt [2]). Sehr frühzeitig erfolgt die hiſtologiſche Sonderung des Knorpelgewebes und die Verknöcherung des Labyrinths geht vielleicht allen übrigen Knochenbildungen voran. Die Paukenhöhle mit der Euſtachiſchen Röhre hat eine ganz iſolirte Entwickelung, welche, wie die Hörknöchelchen, mit der Metamorphoſe der Kiemenſpalten und Kiemenbogen im Zuſammenhange ſteht [3]). Ebenſo entwickelt ſich das äußere Ohr durch faltenartige Erhebungen auf der Hautfläche; die erſte Anlage fehlt noch völlig, wenn das Labyrinth ſchon ſeine Entwickelung im Weſentlichen vollendet hat. Die ſpezielle Betrachtung ſeiner Entwickelung iſt nicht Aufgabe der Phyſiologie [4]).

1) Vergleiche hierüber die Entwickelungsgeſchichte im erſten Buche. Dann vergl. vorzüglich Rathke Entwickelungsgeſchichte der Natter (Coluber natrix). Königsberg 1839. S. 16. S. 38. — 2) Eine ſehr gute Darſtellung der Entwickelungsgeſchichte der Schnecke, aus welcher obige Angaben entlehnt ſind, gab neuerlich Günther: Beobachtungen über die Entwickelung des Gehörorgans bei Menſchen und höheren Säugethieren. Leipzig 1842. Eine kleine Schrift, die ſich durch große Klarheit und prägnante Kürze ſehr empfiehlt und ſich beſonders hierdurch ſehr von den unklaren, wenn auch ſchätzbaren Schriften mehrerer neuerer Autoren über Entwickelungsgeſchichte vortheilhaft auszeichnet. Die beigegebene Tafel enthält ſehr reinliche und richtige Figuren. — 3) Vergl. hierüber die Entwickelungsgeſch. in der erſten Abtheilung d. Lehrb., dann Ic. phys. Tab. IV. fig. X. — 4) Hierüber iſt zu empfehlen die Diss. von *Seydel* de genesi auris externae in hominibus. Lips. 1837 8. cum tab. Vergl. auch Ic. phys. Tab. VII. fig. XIV, XV. Tab. X. fig. I, II. —

Funktionenlehre der Hörwerkzeuge.

§. 298.

Die Kleinheit und verborgene Lage der inneren Gehörwerkzeuge macht die Erkenntniß der Funktionen der einzelnen Theile ſo ſchwierig, indem dieſelben, wenigſtens die wichtigeren inneren Organe, direkten Experimenten ſo gut als unzugänglich ſind. Alle bisher angeſtellten, auf das Ohr und ſeine Theile ſpeziell bezüglichen akuſtiſchen Verſuche ſind im Vergleich zur Feinheit und Zartheit der natürlichen Elemente ſo roh und unvollkommen geweſen, daß ſie nur ſehr wenige Anhaltspunkte für die Phyſiologie gewähren, daher die Vergleichung der allgemeinen Morphologie der Hörwerkzeuge in der Thierreihe mit den einfachſten Hauptſätzen der Akuſtik immer noch die Hauptbaſis der Phyſiologie des Gehörorgans bildet. Als allgemeine Thatſache ſtellt ſich zunächſt feſt, daß beim Gehörorgan eine Vereinfachung ſeiner Conſtruktion, wie bei den Schnecken, Krebſen und Cephalopoden, auch den niederſten Fiſchen möglich iſt, welche daſſelbe auf ein bloßes Säckchen mit einem ſpezifiſchen Nerven beſchränkt. Hier iſt eigentlich ein bloßer Vorhof, ohne weitere Leitungs- und Spannungsapparate vorhanden; bei allen reinen Waſſerthieren fehlt zugleich die Schnecke. Alle dieſe Thiere entbehren mit der Luftathmung auch der Stimmwerkzeuge. Es ſcheint, daß hier überall eine Perception der Schallwellen möglich iſt, aber ohne Wahrnehmung der feineren Tonverhältniſſe, der Schärfe, des Klangs. Die im Waſſer lebenden Thiere bedürfen keiner zuſammengeſetzten Leitungsapparate wie der Menſch und die in der Luft lebenden Thiere. Wir empfangen die von allen Körpern ausgehenden Schallwellen in der Regel durch die Luft, welche dieſelben ſehr gut fortpflanzt, wenn auch weniger gut und ſchnell, als feſte Körper. Alle Schallwellen werden um ſo weniger gut fortgeleitet, je ungleichartiger die Medien ſind, durch welche ſie gehen müſſen. Der Uebergang der Schallwellen an feſte Körper aus der Luft iſt viel ſchwerer, als aus dem Waſſer und ebenſo pflanzen ſich die Schallwellen von feſten

Körpern aus leichter durch das Waſſer fort. Da es bei der ganzen Lebensökonomie der Waſſerthiere weniger auf Iſolirung der Schallwellen und feinere Perzeptionen, die nur durch verſchiedene Spannungen der Nervenapparate möglich werden, ankommt, auch nicht auf Multiplikationen der Wellen durch Reſonanzapparate, ſo reicht es hin, wenn die Stöße einfach zum Nerven fortgepflanzt werden, wie ſie entſtehen. Eine Modifikation der Fortpflanzung und Form der Mittheilung auf den Hörnerven erleiden aber gewiß die Schallwellen auch bei den niederſten Thieren und bei den einfachſten Apparaten, da überall eine gewiſſe Verſchiedenheit der Medien gegeben iſt. Immer (nur beim Krebſe und einigen Fiſchen nicht??) finden ſich in der Flüſſigkeit der Hörſäckchen kleine Otolithen, welche bei eintreffenden Schallwellen nothwendig mit in Schwingungen gerathen und mit den Endverbreitungen der Nerven in Berührung kommen. Bei den höheren Thieren zeigt das zuſammengeſetzte Labyrinth mit den beiden Vorhofſäckchen, Otolithablagerungen, Bogengängen, Schnecke, auch hiſtologiſch ſo ſehr differenzirte Bildungen — feſte Knochenhüllen, knorpelige, zellgewebige Theile, Lymphe des Labyrinths ꝛc., kurz, eine Zuſammenſetzung, welche bei der ſo ſehr feſten und geſchützten Lage darauf hindeutet, daß zur Erkenntniß der Tonwelt, ähnlich wie beim Auge, eine Feinheit, Harmonie und Sicherung der Organiſation nothwendig war, ohne welche eine ſo ſpezielle Perzeption der mit dem Schall verknüpften Verhältniſſe der Außenwelt nicht möglich wurde.

Ueber die Verſchiedenheit der Leitungsfähigkeit verſchiedener Medien zum Ohr, kann man ſich durch einige einfache Verſuche überzeugen, wenn man tönende Körper, z. B. eine ſchwingende Stimmgabel, einen Löffel, eine Taſchenuhr auf verſchiedene Weiſe mit dem Ohr in Verbindung ſetzt. Bringt man eine Taſchenuhr, einen an einem Faden hängenden Löffel an die Zähne, ſo iſt der Ton viel lauter, als wenn man z. B. die Taſchenuhr in die Mundhöhle bringt, oder ſelbſt in die Nähe des Ohres hält. Ebenſo hört man eine Taſchenuhr ſehr gut, wenn man ſie an die Stirne, das Hinterhaupt ꝛc. feſt andrückt. Die Knochen pflanzen den Schall ſehr gut zum Labyrinth fort, nicht ſo die Weichtheile, wie z. B. wenn man die Uhr an die Zunge hält. Durch Theile, welche viel Fleiſch und Fett enthalten, wenn ſie auch auf den Knochen aufliegen, wie z. B. am Kinn, an der Backe ꝛc. hört man das Schlagen einer Uhr viel ſchwächer. Außer den Knochen, als feſte Körper, leiten auch, wie es ſcheint, die peripheriſchen Nerven die Schalleindrücke leichter. Arnold (Lehrb. d. Phyſiol. S. 618) hat hierüber beſondere Verſuche angeſtellt. So fand derſelbe auch bei einer Lähmung des Antlitznerven, daß an der gelähmten Seite der Schlag einer Taſchenuhr an der Backe weniger deutlich vernommen wurde, als an der geſunden. Uebrigens erſcheint die beſſere Leitung nur an denjenigen Nervenpartbien, welche den Knochen mehr anliegen. Die Thatſache, daß manche Perſonen, wenn ſie leiſe über die Backe mit dem Finger fahren, eine Tonempfindung haben, ein Rauſchen im Ohr wahrnehmen, erklärt ſich wohl mit J. Müller leichter durch eine Reflexwirkung vom Facialis und Trigeminus durch das Gehirn auf den Hörnerven, als, wie Arnold will, durch eine direkte Leitung vom Antlitznerven durch die Filamenta nervea Wrisbergii unmittelbar zum N. acusticus.

§. 299.

Die äußeren Gehörorgane ſind Leiter für den Schall. Sie empfangen die Schallwellen, konzentriren ſie und leiten ſie nach innen. Die Stellung und Bildung des äußeren Ohres entſpricht bei Menſchen und Thieren einem Hörrohr. Die verſchiedenen Erhabenheiten und Vertiefungen des Ohres ſcheinen ganz geeignet, von Schallwellen getroffen zu werden, welche von den verſchiedenſten Seiten kommen. Diejenigen Schallwellen, welche von vorn und von der Seite die Ohrmuſchel treffen, werden am beſten aufgefangen werden können. Daher die Form und Anheftung des äußeren Ohres bei den verſchiedenen Individuen nicht gleichgültig iſt. Bei ſchmaler, flacher, dem Schädel angedrückter Ohrmuſchel findet ſich in der Regel ein weniger gutes Gehör, als bei tiefen, überhängenden, abſtehenden Ohren [1]). Bei mangelhafter Bildung des äußeren Ohres, nach Verluſt der äußeren Ohrmuſchel, leidet in der Regel, wenn auch nicht immer, die Schärfe des Gehörs [2]). Doch hat man öfters auch den Werth des äußeren Ohres zu hoch angeſchlagen und manchmal findet nach Verluſt deſſelben keine Schwächung des Gehöres ſtatt [3]). Die Bewegung der Ohrmuſchel hat entſchiedenen Einfluß auf das Gehör. Thiere, wie z. B. Pferde, welche ſehr bewegliche, mit zahlreichen, kräftigen Muskeln verſehene Ohren haben, bedienen ſich ihrer Hörmuſchel wie eines Hörrohrs und richten dieſelbe nach derjenigen Gegend, wo die Schallſtrahlen herkommen [4]). Beim Menſchen ſind die Muskeln in der Regel ſchwach entwickelt und das Ohr iſt keiner oder nur einer geringen Bewegung fähig. Einzelne Individuen, wilde Völker, beſitzen aber in Folge frühzeitiger Uebung kräftigere Muskeln und ſie können, wenn ſie ſcharf hören wollen, z. B. beim Horchen, das Ohr vorwärts ziehen und erheben, daſſelbe alſo in größerem Winkel vom Kopf abziehen [5]). Das äußere Ohr iſt aber nicht blos Reflektor, ſondern vermöge ſeiner Elaſtizität vermag es auch mit zu ſchwingen, wird alſo auch Conduktor, und ſchallende Körper, bei verſtopftem Gehörgange mit den Ohrmuſcheln in Berührung gebracht, werden deutlicher gehört, als in einiger Entfernung [6]).

1) Buchanan hat darüber Verſuche angeſtellt. Er machte Meſſungen bei hundert Perſonen und kam zu folgenden Reſultaten; er fand, daß der beſte Winkel, unter dem das Ohr an den Kopf angeheftet iſt, um hinreichend viel Schallwellen aufzunehmen, 40° betragen muß. Iſt die Muſchel außerdem ſchmal und flach, und beträgt der Anheftungswinkel noch nicht 15°, ſo iſt das Gehör nur ſelten, vielleicht niemals ſcharf. Iſt aber die Muſchel, bei kleinem Anheftungswinkel, doch breit und tief, ſo erſetzt dieſe Bildung die mangelhafte Anheftung. Vergl. Buchanan l. c. Daraus in Lincke's Ohrenheilkunde. S. 440. — 2) Die Erfahrungen von Bartholin, Haller u. A., wornach Perſonen mit abgeſchnittenen Ohren an Schwachhörigkeit und anderen Hörmängeln leiden, indem die Töne dumpfer, mit Nebengeräuſchen 2c. gehört werden, ſ. zuſammengeſtellt bei Lincke S. 443. — 3) So nach den Erfahrungen von Itard,

Wepfer u. A., bei Lincke S. 442. — 4) Beim Pferde unterſcheidet man 17 verſchiedene Muskeln am Ohr, von denen dem Menſchen die eigenen Niederzieher, Einwärtszieher und Dreher fehlen. S. die Abbildung der Ohrmuskeln des Pferdes in Gurlt's Tafeln der Anatomie der Hausthiere. Tab. 42. — 5) Jeder wird Gelegenheit haben, einzelne ſolche Individuen zu beobachten. Haller hat Beiſpiele geſammelt. Elementa physiol. Vol. V. p. 190. Aſtley Cooper kannte einen jungen Menſchen mit Verletzung des Trommelfells auf beiden Seiten, der das Ohr nach Belieben erheben und ſenken konnte. Er machte von dieſer Fähigkeit beim Horchen Gebrauch. Philos. transactions f. 1800. Bei Lincke S. 446. — 6) Verſuche, die man leicht mit einer Taſchenuhr anſtellen und vervielfältigen kann. Ausführliche Angaben bei Lincke S. 437 und Arnold Lehrb. der Phyſiol. II. S. 615 u. f.

§. 300.

Der äußere Gehörgang empfängt die Schallwellen zunächſt und leitet ſie zum Trommelfell. Zugleich wird der Schall durch Reflexion von den Wänden und durch Reſonanz der im Gehörgang begrenzten Luftmaſſe verſtärkt; die Wände des Gehörgangs ſind feſte Konduktoren des Schalls. Es iſt möglich, daß die größere oder geringere Weite des Gehörgangs einigen Einfluß auf die feinere Auffaſſung des Schalls hat [1]). In der Kürze des äußeren Gehörgangs bei den Kindern ſucht man auch den Grund, warum Kinder gewöhnlich nicht ſo leiſe zu hören ſcheinen, nur durch ſtarke Geräuſche affizirt werden ꝛc. [2]). Welchen Einfluß das Ohrenſchmalz auf das Gehör habe, ob es nur dazu dient, das Eindringen fremder Körper ꝛc. zu verhüten, iſt unbekannt. Doch ſcheint es, daß bei mangelnder Abſonderung des Ohrenſchmalzes ein ſtärkeres Mittönen der Wände des Gehörgangs eintritt, welche der einfachen Fortleitung der Schallwellen nachtheilig iſt [3]). Allzugroße Anhäufung des Ohrenſchmalzes kann, wie jede Verſtopfung des Gehörgangs, Schwerhörigkeit erzeugen und iſt wirklich häufig Urſache derſelben.

1) So erklärt man gewöhnlich die Gewohnheit, beim Horchen den Mund zu öffnen, als eine halbbewußte Bewegung, den Gelenkfortſatz des Unterkiefers zu entfernen, um dadurch den Gehörgang, wenigſtens in ſeinem vorderen Theile, etwas mehr zu öffnen. — Larrey und Andere geben an, daß Schwerhörigkeit auch beim Verluſt der hinteren Backzähne eintrete, wodurch die Gelenkfortſätze des Unterkiefers eine Richtung nach hinten und oben bekämen und den Gehörgang allmälig zuſammendrückten ꝛc. (?). Vergl. *Larrey* Journal complément. du dict. des sc. méd. Tome XIII und daraus in Lincke's Sammlung auserleſener Abhandlungen. Heft II. S. 80. — 2) Wie von Autenrieth und Kerner geſchehen iſt: „Beobachtungen über die Funktionen einzelner Theile des Gehörs" in Reil's Archiv f. Phyſiol. Bd. IX. S. 324. Sie ſuchen in dem Mangel des trichterförmigen äußeren Gehörgangs und der geringeren Schallleitungsfähigkeit der Kopfknochen bei Kindern den Grund, warum ſie eine Freude bei Geräuſchen beſitzen, von welchen ein Erwachſener glaubt, ſie zerreißen ihm die Ohren ꝛc. — 3) Die Anſichten über den Nutzen des Ohrenſchmalzes, wie ſo viele Annahmen über die Funktionen einzelner Theile beim Hören, beruhen auf reinen Hypotheſen. Ich erwähne dieſelben nur, ohne ihren Werth zu vertreten. Nach Buchanan ſoll das Ohrenſchmalz dazu

dienen, die Schallwellen melodiſcher und leichter wahrnehmbar zu machen. Lincke fand, daß bei mangelnder Sekretion des Ohrenſchmalzes die Feinheit des Gehörs leidet. Lincke's Ohrenheilkunde S. 452. Gewöhnlich nimmt man teleologiſch an, das Ohrenſchmalz und die weichen Härchen am Eingang des Gehörgangs verhüteten das Eindringen von Staub, von Inſekten ꝛc. Die Struktur der Ohrenſchmalzbälge iſt wenig unterſucht worden. Ich habe zuerſt genauere Abbildungen dieſer einfachen, knäuelförmig gewundenen Schläuche gegeben. Ic. physiol. Tab. XVI. fig. XI. A. B. Buchanan giebt ihre Zahl auf 1—2000 offenbar viel zu groß an. Das Ohrenſchmalz iſt nach Berzelius eine emulſionartige Verbindung von einem weichen Fett und Albumin, nebſt einer andern Materie von beſtimmt eigenthümlicher Natur, einem gelben, ſehr bitterem, in Alkohol löslichem Extrakt und einer in Waſſer löslichen extraktartigen Materie, mit milchſauren Salzen von Kalk und Alkali. S. Berzelius Lehrb. der Chemie. 4. Aufl. Bd. IX. S. 539.

§. 301.

In der Paukenhöhle ſehen wir ſehr zuſammengeſetzte Verhältniſſe eintreten und die hier in Betracht kommenden Theile, wie namentlich die Kette der Gehörknöchelchen, ſind theils Leitungsapparate zum Labyrinth, vorzugsweiſe aber Spannungsapparate. Das Trommelfell an und für ſich iſt zunächſt ein Schutzmittel des inneren Ohrs; bei durchbohrtem Trommelfell, wo das Gehör erhalten iſt, dringt leicht Luft, Waſſer u. ſ. w. ein, wodurch immer die heftigſte Reizung entſteht [1]). Das Trommelfell iſt aber auch ein vortrefflicher Leiter des Schalls; es iſt ſo geſtellt, daß die in den Gehörgang einfallenden Schallwellen, ebenſo wie die durch die Euſtachiſche Röhre eintretenden, darauf fallen. Es geräth dadurch in Schwingungen, welche bei ſchwachen Schallwellen wahrſcheinlich nur als Verdichtungswellen, bei ſtärkeren auch als Beugungswellen ſich geſtalten. Verſuche beweiſen, daß alle trockenen und feuchten Membranen, wenn ſie ſich in Spannung befinden und Elaſtizität beſitzen, vortreffliche Leiter des Schalls ſind. Sie gerathen in Schwingungen, wenn ein Schall in ihrer Nähe erzeugt wird. Der verſchiedene Grad der Spannung der Membranen, ihre Dicke, Konſiſtenz, geringere oder größere Feuchtigkeit, haben einen auffallenden Einfluß auf die Leichtigkeit, mit welcher ſie durch Mittheilung in Schwingungen verſetzt werden; immer ſchwingen ſie, wie alle Körper, unter dieſen verſchiedenen Verhältniſſen im Grundton mit [2]). Uebrigens iſt die Exiſtenz oder Integrität des Trommelfells zum Hören keineswegs nothwendig; es kann durchbrochen und theilweiſe zerſtört ſeyn, ohne daß immer das Gehör auffallend leidet. Häufig iſt jedoch in ſolchen Fällen allerdings eine Schwerhörigkeit vorhanden [3]).

1) Nach den bei Lincke a. a. O. S. 453 zuſammengeſtellten Fällen von Aſtley Cooper, Himly, Michaelis, wo das Trommelfell perforirt war, traten heftige Beſchwerden, Schmerzen, Taubheit, Entzündung ein, wenn ſcharfe kalte Luft, Waſſer beim Baden ꝛc. in den Gehörgang trat. Die Perſonen mußten ſich durch Einbringen von Baumwolle ſchützen. — 2) Ausführliche Verſuche über die Schwingungen geſpann-

ter Membranen ſtellte Savart an: Annales de chimie et de physique. Tome 26. Ueberſetzt in Schweigger's Journal. Bd. 51. Ausgezogen von Lincke a. a. O. S. 316. Joh. Müller hat die Verſuche von Savart beſtätigt und weiter ausgeführt. Handb. d. Phyſiol. Bd. II. S. 428 u. 434. Schwingende dünne Platten und Membranen, ja das Trommelfell ſelbſt, werfen in Folge ihrer Schwingungen feinen Sand und Lykopodiumpulver ab, wenn ſtarke Töne in ihrer Nähe erregt werden. — 3) Aeltere und neuere Fälle der Art, mit eigenen Beobachtungen ſ. bei Lincke S. 455. Oefters ſchien das Gehör durchaus nicht gelitten zu haben. In allen genannten Fällen fehlt aber eine genauere Beſchreibung. Völlige Zerſtörung des Trommelfells, wodurch die Kette der Gehörknöchelchen im Hammer ihre eine Baſis verlieren würde, wird immer mit Schwerhörigkeit oder Verluſt des Gehörs verknüpft ſeyn.

§. 302.

Außer den genannten Funktionen des Trommelfells kommen noch andere in Betracht, welche aber demſelben mehr nur in ſeiner Verbindung mit der Kette der Gehörknöchelchen zukommen und namentlich vom Spanner des Trommelfells, M. tensor tympani, abhängen. Wird dieſer Muskel nach innen gezogen oder verkürzt, ſo zieht derſelbe den Griff des Hammers und das mit demſelben verwachſene Trommelfell nach einwärts, wodurch es noch mehr trichterförmig und ſtärker geſpannt wird. Die Entſpannung des Trommelfells erfolgt wahrſcheinlich blos durch einfaches Nachlaſſen der Zuſammenziehung des oben genannten Muskels. Die Exiſtenz eigner Erſchlaffer des Trommelfells (MM. laxatores tympani) iſt neuerdings vielfach in Zweifel gezogen worden; dieſelben werden dann als bloße ſehnige Befeſtigungsbänder des Hammers betrachtet, wogegen jedoch die Erfahrung ſprechen würde, daß in ihnen quergeſtreifte Muskelfaſern vorkommen [1]. Es leidet keinen Zweifel, daß das Trommelfell nach der verſchiedenen Stärke des Schalls in verſchiedene Spannung verſetzt wird. Irrig glaubte man aber früher, daß das Trommelfell bei ſehr ſtarken Tönen erſchlafft, bei ſehr leiſen geſpannt werde [2]. Durch phyſikaliſche Verſuche hat man vielmehr gefunden, daß die Exkurſionsgrößen ſchwingender Membranen durch ſtärkere Spannung vermindert werden [3]. Ein mittlerer Grad der Spannung des Trommelfells, in dem ſich daſſelbe gewöhnlich befindet, wird daher auch für die Wahrnehmung leiſerer Töne geeignet ſeyn, weil dieſelben wegen der dabei ſtattfindenden intenſiveren Schwingungen leichter auf das Labyrinth fortgepflanzt werden. Das Trommelfell iſt daher wohl der Iris zu vergleichen, welche ſich bei intenſivem Lichte ſtärker zuſammenzieht, um daſſelbe zu mäßigen; ebenſo wird bei ſehr heftigem Schall das Trommelfell durch den Spannmuskel ſtärker eingezogen, um einen zu heftigen Eindruck auf das Labyrinth zu verhüten. Beide Bewegungen erfolgen durch reflektirte Nerventhätigkeit, indem der Reiz auf den Sinnesnerven durch das verlängerte Mark auf die motoriſchen Faſern der Iris und des Tensor tympani reflektirt wird, welche ſich dann zuſammenziehen. Aus dieſem Grunde tritt auch bei ſtärkerer Spannung des Trommelfells eine gewiſſe Schwer-

hörigkeit für leiſe Töne ein[4]). Hiervon kann man ſich durch einige einfache Experimente an ſich ſelbſt überzeugen. Wenn man bei verſchloſſenem Munde und zugehaltener Naſe einzuathmen verſucht, ſo pumpt man die Luft aus der Trommelhöhle durch die Euſtachiſche Röhre aus, verdünnt alſo dieſelbe und die Luft von Außen drängt dann, in Folge des ſtärkeren Drucks der äußeren Luftſäule, das Trommelfell nach innen, worauf man ſogleich ſchwerer hört. Sobald die Luft durch die enge Euſtachiſche Röhre wieder frei eindringt, ſtellt ſich das Gleichgewicht beider Luftſäulen in kürzerer oder längerer Zeit wieder her. Etwas Aehnliches erfolgt bei Exſpirationsverſuchen, wo die Luft mit Gewalt in die Trommelhöhle gedrängt, hier verdichtet und das Trommelfell nach außen gedrängt und auf dieſe Weiſe ebenfalls ſtärker geſpannt wird. In beiden Fällen wird das Gleichgewicht beider Luftſäulen, wegen des engen Durchgangs durch die Euſtachiſche Röhre, nicht ſogleich wieder hergeſtellt. Aus dieſen Beobachtungen erklären ſich ähnliche Erfahrungen beim Verſetzen in verſchieden dichte Luftregionen, z. B. in der Taucherglocke und beim Beſteigen von Bergen[5]). Sowie die Bewegungen der Iris, in Folge reflektirter Nervenerregung, jeden Augenblick der Lichtintenſität accommodirt werden, ebenſo erfolgt dies beim Trommelfell. Es ſcheint jedoch der Unterſchied hier ſtattzufinden, daß, wenigſtens bei vielen Individuen, die Bewegung des **Tensor tympani** nicht rein automatiſch iſt, wie bei der Iris, ſondern, wie bei der Iris der Vögel und bei den meiſten quergeſtreiften Muskeln, auch durch direkten Willenseinfluß hervorgerufen werden kann. Fixirt man ſeinen Willen intenſiv nach der Richtung der Gehörorgane, ſo kann man ein Geräuſch hervorbringen, ein Knacken, ganz dem analog, was man hört und was auch von anderen Perſonen bemerkt wird, ſobald man (wie oben angegeben wurde) durch Inſpirationsverſuche die Luft in der Trommelhöhle verdünnt[6]). In der Regel gelingt jedoch dieſe intendirte Bewegung des Trommelfellſpanners nur dann, wenn man gleichzeitig das Gaumenſegel hebt und dann eine Schlingbewegung macht. Es wäre daher möglich, daß die Spannung weniger vom Willenseinfluß direkt abhängt, als von der Mitbewegung genannter Muskeln, durch deren Kontraktion zugleich Luft aus der Trommelhöhle gepumpt werden kann[7]).

1) Daß das Trommelfell ſelbſt Muskelfaſern in ſeiner mittleren Lamelle enthalte, wie von Home, Meckel, Buchanan u. A. angenommen wurde, iſt eine jetzt wohl ziemlich allgemein aufgegebene Anſicht. Dieſe Lamelle ſcheint aus ſehnigen oder elaſtiſchen Faſern gebildet zu ſeyn. Die muskulöſe Natur des früher angenommenen M. mallei externus s. anterior s. laxator tympani major und des M. laxator tympani minor wird von Treviranus, Lincke, J. Müller bezweifelt; ſie werden für Bänder erklärt, auch ich kann ſolche nicht finden, ſelbſt im Gehörwerkzeug von Perſonen, wo der M. tensor tympani überaus entwickelt iſt. Krauſe behauptet jedoch neuerlich, daß im M. mallei externus, wenn er gehörig entwickelt iſt, quergeſtreifte Muskelfaſern deutlich zu erkennen wären, wodurch deſſen muskulöſe Natur außer Zweifel ſeyn würde; ein M. laxator tympani exiſtirt aber nach Krauſe nicht. Vergl. Krauſe Handb. der menſchl.

Anat. 2te Aufl. I. S. 495. — 2) So Bichat u. A. Vergl. Lincke a. a. O. S. 478. — 3) Aus den Verſuchen von Savart ergiebt ſich vorzüglich, daß Membranen bei Annäherung ſtark tönender Körper aufgeſtreuten Sand ſtärker abwarfen, wenn ſie ſchlaff, als wenn ſie ſtärker geſpannt waren. Er machte den Verſuch auch am Trommelfell unmittelbar und ſchloß daraus, daß das Hören durch ſtärkere Spannung des Trommelfells gedämpft werde. Joh. Müller beſtätigte die Savart'ſchen Verſuche. Vergl. Lincke a. a. O. S. 478 und Joh. Müller Handb. d. Phyſiol. II. S. 435. — 4) Nach Wollaſton und J. Müller iſt die Schwerhörigkeit keine ganz allgemeine, ſondern betrifft vielmehr nur die tiefen Töne. Daher es ſich vielleicht erklärt, warum bei habitueller Schwerhörigkeit gewöhnlich hohe Töne, wenn ſie auch ſchwach ſind, leichter gehört werden als tiefe. Hier kann allzugroße Spannung des Trommelfells in Folge von krampfhafter Kontraktion des Tensor tympani die Urſache ſeyn. — 5) Du Hamel und Collabon beſchreiben die Empfindungen vom Einfluß der verdichteten Luft in der Taucherglocke. Der erſtere hatte dabei ſehr heftige Schmerzen in den Ohren, während Collabon blos einen Druck am Kopf fühlte. Er hörte das Sprechen der Arbeitsleute unter der Glocke gar nicht oder ſehr ſchwer. Froriep's Notizen aus dem Geb. d. Natur- und Heilkde. Bd. I. S. 97 u. f. und ausgezogen bei Lincke S. 490. Vergl. auch Carus Syſtem d. Phyſiol. Bd. III. S. 288. — 6) Schon Fabricius ab Aquapendente giebt an, daß er willkürlich im Ohr ein Geräuſch erregen könne. Sehr leicht iſt dieſes Knacken zu erzeugen, wenn man auf die oben angegebene Weiſe durch Inſpirationsverſuche die Luft aus der Paukenhöhle durch die Tuba ausſaugt. Ausführlicheres über dieſes, auch für Dritte auf einige Fuß hörbare Geräuſch ſ. bei J. Müller a. a. O. und bei Theile in Schmidt's Encyklopädie. Bd. III. S. 437. Theile giebt an, daß er dies Geräuſch im linken Ohre vier bis ſechsmal hinter einander iſolirt erzeugen könne, in Zwiſchenräumen von 1/3 bis 1/2 Sekunde; dann iſt der Willenseinfluß ein Paar Sekunden unwirkſam und das Geräuſch erſcheint iſolirt nur im rechten Ohr. — 7) Mir gelingen die eben genannten Verſuche von Müller und Theile nur bei Hebung des Gaumenſegels und bei Schlingbewegungen, nicht wenn ich einfach den Willen auf das Gehör fixire. Auch bei mir, wie bei Müller und Theile iſt das Knacken ſtärker und deutlicher, auch leichter hervorzurufen im linken Ohr, dann aber auch immer mit ſtechender Schmerzempfindung verbunden.

§. 303.

Von größerer Wichtigkeit iſt jedenfalls die Euſtachiſche Röhre für das Gehör. Iſt ſie verſchloſſen, ſo entſteht Schwerhörigkeit, Taubheit, Ohrenbrauſen [1]). Ihre Funktion läuft vorzugsweiſe oder ausſchließlich darauf hinaus, daß ſie die Luft der Trommelhöhle mit der äußeren Luft ins Gleichgewicht ſetzt, um eine durch einſeitig verdichtete oder verdünnte Luft entſtehende größere Spannung des Trommelfells und der daraus entſtehenden Schwerhörigkeit zu verhüten (§. 302) [2]). Der innere Wimperbeſatz und die Flimmerbewegung auf der Schleimhaut dient vielleicht ebenfalls zur Lufterneuerung bei der Enge der Röhre oder auch zur Herausſchaffung von abgeſondertem Schleime, Epithelialzellen u. ſ. w. aus der Trommelhöhle. Die Angaben über anderweitigen Nutzen der Euſtachiſchen Röhre ſind theils hypothetiſch, theils irrig [3]).

1) Jeder Schnupfen, der ſich auf die Euſtachiſche Röhre ausdehnt, kann hierfür als Beleg dienen und momentane Störungen im Gehör verurſachen. Viele andere pathologiſche Fälle bezeugen es, ſ. darüber bei Lincke §. 324 u. f. Cooper beobachtete den Fall einer Verengerung der Euſtachiſchen Röhre, welche den Durchgang der Luft ſehr erſchwerte. Der Patient mußte, um beſſer zu hören, Luft aus dem Munde in die Trommelhöhle zu preſſen ſuchen und dann durch gelindes Drücken auf das Ohr einen Theil der Luft aus der Trommelhöhle wieder entfernen. Indem er auf dieſe Art dem Trommelfell die Freiheit zu ſchwingen ertheilte, erhöhte er unmittelbar ſein Vermögen zu hören. Lincke S. 492. Fleiſchmann behandelte einen Tagelöhner, der mehrere Jahre lang über beſtändiges Geräuſch im linken Ohre und über eine ganz eigenthümliche Empfindung hinten im Rachen auf der linken Seite klagte. Der Mann ſtarb nach einigen Jahren an der Auszehrung und kam auf die Anatomie. Da fand ſich eine Granne (Arista) von der Gerſte, die feſt in der linken Euſtachiſchen Röhre ſteckte und eine Linie weit herausragte. Hufeland's Journal der prakt. Heilkunde. 1835. Daraus aufgenommen in Lincke's Samml. auserleſener Abhandlungen. 2te Samml. S. 183. — 2) Daher der öftere Nutzen des Katheterismus der Euſtachiſchen Röhre, welcher denſelben Zweck, wie die Perforation des Trommelfells, die Anbohrung des Zitzenfortſatzes, hat, nämlich die einſeitige Verdünnung der Luft in der Trommelhöhle zu verhüten. — 3) Hypothetiſch iſt z. B. die Annahme von Henle, wornach die Euſtachiſchen Röhren mit den Löchern einer Geige zu vergleichen ſeyen, der Reſonanzboden der Geige aber mit der Trommelhöhle; die Euſtachiſche Röhre ſoll hiernach zur Reſonanz beitragen. Der Ton einer Geige wird dumpfer, wenn man die Löcher verſchließt, weil die Luft, wenn ſie abgeſchloſſen iſt, nicht mehr frei mitſchwingt. Irrig iſt die Anſicht von Arnemann, Sprengel, Prochaska u. A., daß der Zweck der Euſtachiſchen Röhre darin beſtehe, den Schall der eignen Stimme in die Trommelhöhle zu leiten und dieſe dadurch wahrnehmbar zu machen.

§. 304.

Die Trommelhöhle iſt bei allen in der Luft lebenden Thieren ein nothwendiger Raum zur freien Schwingung und Spannung des Trommelfells. Außerdem reſonirt die in ihr eingeſchloſſene Luft ſelbſt und die Wände und benachbarten Räume und Zellen reflektiren die Schallwellen, welche dadurch verſtärkt auf die Wände des Labyrinths, namentlich auf das runde Fenſter der Schnecke fallen. Beſſer noch als durch die Luft werden die Schallwellen durch die Kette der Gehörknöchelchen, als feſte Theile geleitet. Die vom Trommelfell aufgenommenen und von den Wänden der Trommelhöhle reflektirten Schallwellen fallen auf die Hörknöchelchen, wo ſie Verdichtungswellen bilden. Der Stiel des Hammers empfängt die Wellenſtöße des Trommelfells zunächſt; von da werden ſie auf den Kopf des Hammers, dann auf den Ambos und Steigbügel weitergeleitet, der ſie auf das Labyrinth überträgt. Die ſtufenartige Kombination der Hörknöchelchen hindert hier nicht, da nach akuſtiſchen Geſetzen ſich alle longitudinalen Stöße durch mehrere Quer- und Längslagen in derſelben Richtung fortpflanzen, von welcher der Stoß ausgeht [1]). Daß die Hörknöchelchen der Schallleitung dienen, darüber kann kein Zweifel ſeyn; ſehr unwahrſcheinlich iſt aber die Annahme, daß ſie aus-

ſchließlich als Leitungsapparat dienen ſollen [2]). Eine Hauptfunktion der kunſtvoll gegliederten Kette der Gehörknöchelchen mit ihrem Muskelapparat iſt unſtreitig die, eine Spannung auf das Labyrinth auszuüben [3]). Dafür ſpricht: 1) Die gegliederte Form der Kette und die Nöthigung der Schallwellen durch ungleiche Medien, von Knochenſubſtanz auf Gelenke, von Gelenken wieder auf Knochen u. ſ. f. überzugehen. Wäre bloße Leitung die Hauptſache, ſo würde ein einfacher, ungegliederter Stab von Knochenſubſtanz ein weit beſſeres Leitungsmittel ſeyn, als eine durch Gelenke unterbrochene Knochenkette. 2) Die große Beweglichkeit dieſer Kette, namentlich des Steigbügels, der einen anſehnlichen, freilich ſeiner Wirkung nach nicht hinlänglich bekannten Muskel (**M. stapedius**) hat und deſſen ganzer anatomiſcher Bau ſo eingerichtet iſt, daß die Schallwellen aus ſeiner breiten Grundfläche nicht blos auf das Labyrinthwaſſer fallen und hier ein Spiel von Beugungswellen hervorbringen, ſondern daß auch ein wirklicher Druck auf das häutige Labyrinth und eine Spannung der membranöſen Ausbreitung des Hörnerven bewirkt werden kann [4]). Die Kleinheit der Theile und ihre Unzugänglichkeit verhindert leider jeden direkten Verſuch. Jedenfalls gelangen die Schallwellen von der Trommelhöhle auf dreifache Weiſe zum Labyrinth: 1) ein Theil der von den Wänden der Trommelhöhle reflektirten Luftwellen gelangt unmittelbar auf die äußere Wand des Vorhofs, welche zugleich die innere oder hintere der Trommelhöhle iſt; 2) andere Luftwellen werden auf das runde, membranöſe Fenſter (**Tympanum secundarium**) geworfen und gelangen hier auf dem nächſten Wege zur Schnecke; 3) die vom Trommelfell empfangenen Wellen werden durch die feſte Kette der Hörknöchelchen unmittelbar dem Labyrinthwaſſer zugeführt. Dieſe letztere Leitung iſt nach akuſtiſchen Geſetzen die intenſivſte [6]). Das Vorhandenſeyn des Steigbügels iſt von der größten Wichtigkeit für das Hören; fehlt derſelbe oder wird er zerſtört, ſo erfolgt in der Regel völlige Taubheit [7]).

1) Vergl. hierüber die Verſuche von Savart mitgetheilt bei Joh. Müller. S. 433; er zeigte, daß die Schallleitung auf Platten, welche ſenkrecht und wagrecht in Winkeln zuſammen verbunden ſind, in der Direktion des urſprünglichen Stoßes erfolgt. — 2) Faſt alle neueren Phyſiologen betrachten, wohl nicht ganz richtig, die Hörknöchelchen ausſchließlich oder faſt ausſchließlich als Leitungsapparat. — 3) Hierauf hat vorzüglich Carus mit Recht aufmerkſam gemacht, indem er ſich dahin erklärt, „daß die Hörknöchelchen ſich keineswegs allein auf Zuleitung der Schallwellen beziehen, ſondern zum Theil noch weſentlicher in einem Spannungsapparate für die Hörblaſe ſelbſt beſtehen.“ — 4) Der M. stape'ius, der kleinſte Muskel des menſchlichen Körpers, ſcheint für das Labyrinth das zu ſeyn, was der Tensor tympani für das Trommelfell iſt. Er hat eine ſehr geſicherte Lage in der trichterförmigen Höhle der Eminentia papillaris, aus deren Oeffnung die dünne Sehne in die Trommelhöhle tritt und ſich an den hinteren Rand des Steigbügelhalſes anſetzt. Zieht er ſich zuſammen, ſo wird dadurch das Köpfchen des Steigbügels nach hinten gezogen und deshalb das hintere Ende der Baſis tiefer in das eiförmige Fenſter gedrückt, mithin das Vorhofſäckchen der Hörblaſe ge-

ſpannt, wobei zugleich der vordere Theil der Baſis aus dieſer Oeffnung ſich erhebt. Vergl. Krauſe a. a. O. S. 498. — Joh. Müller meint, die Wirkung des M. stapedius ſey unbekannt. Die einzige Wirkung, welche man ihm zuſchreiben könnte, wäre eine Spannung des Häutchens, welches den Fußtritt des Steigbügels mit dem Fenſter verbindet. Handb. der Phyſiol. II. S. 441. — Arnold (Phyſiol. II. S. 599) nimmt mit Recht wohl auch eine Wirkung auf das Tympanum secundarium an. Das Labyrinthwaſſer erfahre eine Kompreſſion; dadurch werde das Waſſer in der Scala vestibuli der Schnecke nothwendig auf das in der Scala tympani influiren, ſo daß das Tympanum secundarium verſchiedentlich geſpannt wird, das in dieſem Zuſtande die Mittheilungen der leiſeſten Schwingungen der Luft der Paukenhöhle an die Cotunniſche Flüſſigkeit möglich mache. Arnold hält es für wahrſcheinlich, daß der Steigbügelmuskel, welcher einen Zweig vom N. facialis empfängt, bei geſpannter Aufmerkſamkeit auf tönende Objekte, wie beim Horchen und Lauſchen, in Thätigkeit geſetzt, und daß alſo auf die bezeichnete Weiſe die Feinheit und Schärfe des Gehörs erhöht werde. — Da durch die Hebung des Steigbügels nach oben zugleich der lange Fortſatz des Amboßes nach innen gezogen wird, ſo muß man allerdings wohl mit mehreren Anatomen annehmen, daß hierdurch zugleich eine Bewegung der ganzen Kette der Hörknöchelchen hervorgebracht, das Trommelfell nach innen gezogen und alſo mehr geſpannt wird. — 5) Vergl. hierzu auch §. 202. Die Funktionenlehre ſämmtlicher Gehörmuskeln verdient eine neue kritiſche Reviſion und es wird hierbei eine vergleichend anatomiſche Unterſuchung von großem Nutzen ſeyn. — 6) Vergl. hierüber J. Müller S. 427. Es ſtellt ſich als Thatſache feſt, daß ein kleiner feſter Körper, der beweglich durch einen häutigen Saum in ein Fenſter eingeſetzt iſt, die Schallwellen von der Luft zum Waſſer (oder Labyrinthwaſſer) viel beſſer, als andere feſte Theile leitet. Dieſe Leitung wird aber noch vielmehr verſtärkt, wenn der ſolide, das Fenſter ſchließende Leiter an der Mitte einer geſpannten Membran befeſtigt iſt, die von beiden Seiten von Luft umgeben wird. — 7) Vergl. hierüber Lincke S. 466. Bei völligem Verluſte des Steigbügels fließt auch das Labyrinthwaſſer aus und der Hörnerve leidet in ſeiner Verbreitung unmittelbar.

§. 305.

Wie ſich die Töne auf das Labyrinth und den Hörnerven fortpflanzen, darüber iſt man blos auf Hypotheſen beſchränkt, doch laſſen ſich in der morphologiſchen und hiſtologiſchen Betrachtung der einzelnen Theile, mit Rückſicht auf deren Entwickelung in der Thierreihe, einige ſichere Anhaltspunkte gewinnen. Als weſentliche Bedingungen finden wir in der ganzen Thierreihe: 1) Das Labyrinthwaſſer. Mögen die Schallwellen durch verſchiedene äußere Medien, durch Waſſer oder Luft, oder unmittelbar durch die Kopfknochen, durch Hörknöchelchen oder ohne dieſe zum Labyrinth geführt werden, immer werden alle dieſe Schwingungen erſt mittelſt des Labyrinthwaſſers auf den Hörnerven geführt. Offenbar erfolgt die Affektion der einzelnen Primitivfaſern des Hörnerven viel gleichmäßiger durch ein Wellenſpiel in Flüſſigkeiten, welche die weichen Primitivfaſern allenthalben umſpülen und zwiſchen die Maſchen der Endplexus ſich verbreiten. Bei den Luftthieren wird auch die Mittheilung der Schallwellen vollkommener ſeyn, weil dieſelben ſich aus der Luft mittelſt einer geſpannten Membran leichter auf Flüſſigkeiten fortpflanzen, als mittelſt ſtarrer, unbeweglicher

Theile; 2) eine von einer Flüſſigkeit umgebene und mit ihr gefüllte, geſpannte **Hörblaſe**, welche in ihrer einfachſten Form dem Vorhofſäckchen entſpricht, frei aufgeſchlungen und nur am Hörnerven und von zarten Gefäßen innerhalb einer ſehr feſten knorpeligen oder knöchernen Kapſel befeſtigt iſt, — Bedingungen, welche auch bei der größeren Kompoſition des Labyrinths ſtets wiederkehren. Hierdurch iſt dem eigentlich ſenſitiven Theil des Hörorgans der größte Schutz und die ruhigſte Lage, dabei die größte und feinſte Zugänglichkeit der Schallwellen von allen Seiten der Kopfknochen geſichert, welche durch die dichte und feſte Subſtanz der Kapſel (harte Knochenhülle des Felſenbeins) reflektirt und kondenſirt werden können. — 3) **Feſte Körper (Otolithen)**, entweder harte Steine (ſo bei den Sepien und Knochenfiſchen) oder breiartige Lagen von kleinen Kryſtallen, eingeſchloſſen in das Innere der Hörblaſe. Wie dieſelben bei den Schallſchwingungen ſich näher verhalten, iſt ſchwierig anzugeben und es ſind darüber mehrere Hypotheſen aufgeſtellt worden. Ihr allgemeines Vorkommen ſpricht ſehr für eine wichtige funktionelle Bedeutung und die neuerliche direkte Beobachtung ihrer merkwürdigen Bewegungen bei wirbelloſen Thieren läßt annehmen, daß ſie weſentlich wichtig ſind für die Uebertragung der Schallwellen auf die Primitivfaſern des Hörnerven.

Es ſcheint, daß man bisher zu wenig Werth auf die Bedeutung der Otolithen gelegt hat. Nach **Joh. Müller** a. a. O. S. 463 würden die Hörſteine der Fiſche und fiſchartigen Amphibien und der kryſtalliniſche Brei im Labyrinth der übrigen Thiere den Ton durch Reſonanz verſtärken, ſelbſt wenn ſie die Membranen, auf welchen die Nerven ſich ausbreiten, nicht berührten. Da aber dieſe Körper die membranöſen Theile des Labyrinths berühren, ſo erhalten dieſe und der Nerve auch Stoßwellen aus dieſen feſten Theilen, welche intenſiver ſind, als die aus dem Waſſer. Nach **J. Müller** würde ſich die Anſicht nicht phyſikaliſch rechtfertigen laſſen, wornach die kleinen Kryſtalle von den Wänden beim Hören abgeworfen werden, wie der Staub auf ſchwingenden Scheiben und Membranen. Denn im Waſſer ſehe man während der Schallleitung den im Waſſer ſchwebenden Staub nie die geringſte Bewegung machen (?). — Nach **Breſchet** würden die kryſtalliniſchen Konkretionen einen unmittelbaren Eindruck auf den Nerven ausüben und durch dieſe Art des Eindrucks möchten die Nervenbüſchel lebhafter und ſchneller irritirt werden können ꝛc. *Breschet* sur l'organe de l'ouie etc. p. 123 u. f. bei **Lincke** S. 512. — **Cagniard Latour** hat durch Verſuche gefunden, daß molekulare Schwingungen (wo ſich die Wellen der Flüſſigkeit gleichſam in Kügelchen zu trennen ſcheinen) leichter erfolgen, wenn abgerundete Steinchen im Waſſer befindlich ſind; er hält für möglich, daß die Konkretionen im Labyrinth dieſe molekularen Schwingungen erleichtern können. L'Institut. 1833. nro. 17. bei **Lincke** S. 513. — **Lincke** fragt, ob es nicht möglich ſey, daß durch die Vibrationen der in der Flüſſigkeit über den Nerven ſchwebende Ohrſand veranlaßt werde, ſich in Figuren zu legen, die den urſprünglichen Tönen entſprechen ꝛc. Um ſo intereſſanter iſt, nach dieſen hypothetiſchen Betrachtungen, die bereits §. 292 erwähnte Entdeckung von **Siebold** über die Bewegung von Otolithen bei den Schnecken. Der ſehr ſorgfältige Beobachter beſchreibt dieſe Thatſache wie folgt: „Es oſcilliren die in den Gehörkapſeln eingeſchloſſenen Gehörſteinchen ſo lebhaft, daß man glauben ſollte, ſie würden durch ein wirbelndes Flimmerepithelium, welches die innere Wand der Kapſeln auskleide, durch einander geworfen; es iſt mir indeſſen nie-

mals gelungen, nur eine Spur von Wimperorganen in den Kapſeln wahrzunehmen. Die Otolithen in den Gehörkapſeln der Schnecken ſuchen ſich alle nach dem Mittelpunkte der Höhle der Kapſel zu drängen; diejenigen Steinchen, welche dieſe Stelle bereits einnehmen, bilden einen dichten Haufen und hängen feſt an einander, etwa wie Eiſenfeilſpäne durch den Einfluß eines Magneten an einander kleben; die übrigen Gehörſteinchen, welche um dieſen Haufen herumliegen, ſind in ununterbrochener Bewegung; ſie ſcheinen ſich in den Haufen hineindrängen zu wollen, werden aber oft heftig von demſelben weggeſchleudert, doch ſchnellen ſie ebenſo raſch an den Gehörſteinhaufen zurück, um von Neuem abgeſtoßen zu werden; die innere Kapſelwand wird von dieſen hin- und herſchwankenden Gehörſteinchen faſt gar nicht berührt und wenn es geſchieht, ſo prallen ſie augenblicklich von derſelben ab und ſcheinen alsdann noch unruhiger geworden zu ſeyn. Die Bewegung iſt ſehr ähnlich der eines Häufchens groben Sandes, das man mit einem Tropfen Waſſer auf den einen Aſt einer ſchwingenden Stimmgabel bringt u. ſ. w." — Bei Wirbelthieren läßt ſich eine ſolche direkte Beobachtung nicht wohl anſtellen. Beim Menſchen beſtehen dieſe Otolithen nach Krauſe aus Häufchen weißgelblicher, halbdurchſichtiger Körperchen von kryſtalliniſchem Gefüge, welche theils der Membran der Labyrinthſäckchen feſt anhangen, theils in der Endolymphe ſuspendirt ſind; auch in den Ampullen finden ſich einige wenige dieſer Kryſtalle von der kleinſten Art; auch um die Spiralplatte der Schnecke, alſo im Waſſer des Schneckenkanals, ſollen ſparſame, theils vereinzelte, theils in Häufchen aggregirte Kryſtalle vorkommen. Krauſe Handb. der Anat. 2te Aufl. I. S. 502. 507.

§. 306.

Das Labyrinth iſt jedenfalls der wichtigſte Theil der Gehörwerkzeuge. In allen Fällen, wo durch genaue Sektion eine krankhafte Beſchaffenheit, Verbildung oder ein Mangel in irgend einem Theile des Labyrinths ermittelt wurde, fand nach den Berichterſtattern jedesmal vollkommene Taubheit (Taubſtummheit) ſtatt [1]). Was der Zweck der Scheidung des Labyrinths des Menſchen und der höheren Thiere in Vorhof, halbkreisförmige Kanäle und Schnecke iſt, läßt ſich zur Zeit nicht einmal muthmaßlich mit Sicherheit angeben. Man iſt hier auf reine Hypotheſen beſchränkt. Jedenfalls iſt es hierbei auf eine Vermehrung der Kontaktflächen der zahlreichen Nervenprimitivfaſern mit den Schallwellen und auf eine Multiplikation der letzteren abgeſehen. Dies dürfte aber kaum der einzige Zweck ſeyn, da die Lagen und Strukturverhältniſſe in der ganzen Sphäre der Wirbelthiere ſich ſo gleich bleiben. Was die halbkreisförmigen Kanäle betrifft, ſo iſt die Anſicht vielleicht die wahrſcheinlichſte, daß ſie die Schallſchwingungen von vielen Punkten im Umfang des Felſenbeins aufnehmen und verſtärkt zu den Ampullen fortpflanzen [2]). Dafür ſpricht auch die früher beſchriebene morphologiſche Anordnung, nach welcher die Lagerung der Bogengänge den drei Dimenſionen des Raumes entſpricht. Die Schnecke deutet in ihrem Bau darauf hin, daß es hier auf Mittheilung der Schallwellen in mehrfacher Weiſe abgeſehen iſt. Die Nervenausbreitung der Spiralplatte empfängt die Wellen hier nicht blos durch das Labyrinthwaſſer, ſondern auch unmittelbar von der Knochenſubſtanz, d. h. von den

feſten Wänden des Labyrinths und den Kopfknochen [3]) Die Säckchen des Vorhofs endlich erhalten regelmäßig die intenſivſten Schalleindrücke durch die Kette der Gehörknöchelchen; dieſelben fallen hier gerade auf und da ſich daſelbſt zugleich die ſtärkſte Nervenausbreitung und die meiſten Ohrkryſtalle in Haufen finden, ſo ſcheint von hier aus auch die Richtung des Stoßes am beſten auszugehen. Daß die verſchiedenen Theile des Labyrinths beſtimmt ſeyen z. B. die Richtung des Schalls (wie die Bogengänge), die artikulirten Töne (Schnecke) ꝛc. wahrzunehmen, iſt theils erweislich falſch, theils unwahrſcheinlich [4]).

1) Vergl. Lincke a. a. O. S. 518. In den meiſten der daſelbſt näher citirten Fällen zeigten die bogenförmigen Kanäle eine abnorme Beſchaffenheit. Bei deren innigem Zuſammenhange mit dem übrigen Labyrinthe mußte nothwendig auch dieſes alienirt ſeyn. Leider ſind indeß die Sektionsberichte beim Ohr nie ſo vollſtändig und genau, daß ſie ſichere phyſiologiſche Anhaltspunkte gewähren. — 2) Dieſe Anſicht vom Zweck der Canal. semicircular. iſt vorzüglich von Scarpa aufgeſtellt, von Autenrieth und Kern noch weiter ausgebildet worden. Vergl. die angef. Schriften und Lincke S. 522. — 3) E. H. Weber hat ſich genauer mit der Funktion der Schnecke beſchäftigt. Adnot. anatom. de utilitate cochleae. Prol. IV. V. VI. ausgezogen und kommentirt bei Lincke. Weber nimmt an, daß die durch die Kopfknochen fortgepflanzten Schallwellen vorzüglich auf die Nerven der Schnecke, dagegen die durch das Trommelfell aufgenommenen Schwingungen der äußeren Luft vorzüglich auf das häutige Labyrinth wirken ꝛc. — 4) Vergl. hierüber Lincke's ausführliche Zuſammenſtellung der verſchiedenen Anſichten §. 334—338. Mehreres hierüber in der allg. Phyſiol. und in den folgenden Paragraphen.

§. 307.

Wie ſich die Primitivfaſern ſelbſt zur Perzeption der Töne verhalten, iſt ganz unbekannt. Jedenfalls aber iſt die Verbreitung des Hörnerven ſo gebaut, daß alle einzelnen Faſern von den Wellen der umgebenden Lymphe und vielleicht auch von dem hier gebildeten kryſtalliniſchen Niederſchlage kräftig getroffen werden können. Die Nervenendigung iſt hier unter allen Sinnesorganen der Beobachtung am zugänglichſten [1]). Man ſieht mit vollkommener Sicherheit, wie die hier gerade nicht überaus feinen Primitivfaſern auf den Vorhofſäckchen und Ampullen der halbkreisförmigen Kanäle Endplexus, in denen ſich die Faſern austauſchen, und zuletzt deutliche Endſchlingen bilden (Ic. physiol. Tab. XXI. fig. VII. XXIX. fig. XIV). Aehnliche Endſchlingen kommen auch auf der Spiralplatte der Schnecke vor. Man kann die Zahl der Primitivfaſern im Labyrinthe ziemlich ſicher ſchätzen; ſie mag ungefähr 1000 bis 1200 betragen [2]). Dieſe Nerven ſind ſo gelagert, daß ſie, vergleichbar den Saiten eines Klaviers, von den Wellenſchlägen des Labyrinthwaſſers wie durch die angeſchlagenen Taſten berührt werden können. Da nun jede einzelne Primitivfaſer eine iſolirte Welle, resp. einen iſolirten Eindruck erhalten kann; da ferner jede Primitivfaſer

ſtets iſolirt bis zum Gehirn verläuft und den empfangenen Eindruck für ſich iſolirt fortpflanzt (§. 237), ſo kann man ſich ein ungefähres Bild von der Manchfaltigkeit der Eindrücke machen, welche der Manchfaltigkeit der wahrnehmbaren Töne nach Höhe, Tiefe, Stärke, Klang, Harmonie u. ſ. w. ſich vergleichen läßt und wohl mit derſelben zuſammenfällt[3]). Von mehreren Beobachtern wird angegeben, daß neben den Primitivfaſern auch Ganglienkörper vorkämen, deren Exiſtenz aber wohl bei der Schwierigkeit, ſolche zarte Gebilde zu verfolgen und von andern zelligen Epithelialgebilden zu unterſcheiden, noch bezweifelt werden kann[4]).

1) Beſonders ſind Fiſche hierzu geeignet, welche deshalb auch zur erſten Orientirung zu empfehlen ſind; ſie wurden auch für die Figuren in den Ic. physiol. gewählt. Die Unterſuchung höherer Wirbelthiere giebt ähnliche Reſultate. — 2) Bei direkter Zählung finde ich ungefähr 100 Primitivfaſern auf jeder Ampulle, was alſo 300 Primitivfaſern für die halbkreisförmigen Kanäle giebt; eben ſo viele Faſern kann man wohl für die beiden etwas ſtärkeren Zweige der Vorhofſäckchen annehmen und den Schneckennerven kann man nach ſeiner Dicke ungefähr eben ſo hoch (zu 600 Faſern) anſchlagen. Ein etwas geringeres Reſultat kommt heraus, wenn man die Zahl der Primitivfaſern nach der Dicke des ganzen Hörnerven abſchätzt. Ich finde die Primitivfaſern ungefähr $^1/_{400}$''' dick; nimmt man den Durchmeſſer des Stamms des Hörnerven beim Menſchen zu $1^1/_2$''' an, ſo würde er ungefähr 600 Primitivfaſern enthalten. Näher käme das Reſultat der obigen Zahl von 1000 bis 1200 Primitivfaſern, wenn man mit Krauſe den Durchmeſſer der Fibrillen zu $^1/_{840}$''' bis höchſtens $^1/_{630}$''' annimmt. Arnold's Abbildung der Verbreitung des Hörnerven auf den Ampullen und der Schnecke (kopirt in Ic. physiol. Tab. XXIX. fig. IV. und VI) kann nur als ungefähre, ſchematiſche Figur gelten. Die viel feineren Endſchlingen bilden keine ſo einförmigen Oeſen und gehen vorher in zuſammengeſetzte Plexus ein. Fig. XIV. Tab. XXIX. iſt genau nach der Natur gefertigt. Menſchliche Leichen ſind nie ſo friſch, um dieſe Verhältniſſe genau hervortreten zu laſſen. — 3) Hierüber und über weitere Ausführung dieſer Materie muß ich auf die allgemeine Phyſiologie verweiſen. — 4) Valentin ſpricht von Ganglienkugeln, die in friſchen Leichen an der Intumescentia giangliformis an der Theilung der Hauptzweige ſich finden ſollen. S. Sömmerring's Nervenlehre S. 466. Krauſe beſchreibt einen Beleg von Ganglienkugeln über die ganze Lamina spiralis und auf den Säckchen und Ampullen der Bogengänge. a. a. O. S. 507. — Pappenheim erwähnt derſelben Ganglienkugeln an den Zweigen des Hörnerven. a. a. O. S. 62. In der Endausbreitung des Labyrinthes ſelbſt ſcheint Pappenheim die kernhaltigen Zellen nicht als Ganglienkörper zu betrachten; ich verſtehe jedoch ſeine Beſchreibung nicht ganz. — Ich ſelbſt habe mich von der Exiſtenz der Ganglienkörper als eigene Schicht im Labyrinth hier eben ſo wenig als in der Retina überzeugen können.

§. 308.

Alle Erſchütterungen des Hörnerven werden von demſelben als Töne wahrgenommen. Daher auch nicht blos die Wellen, welche von tönenden Körpern ausgehen und die den objektiven Schall bilden, Töne oder Geräuſche erzeugen. Es giebt, wie in allen Sinnesorganen, ſo auch im Gehör ſubjektive Empfindungen, welche durch Reize, die nichts mit den Schall-

ſchwingungen zu thun haben, hervorgebracht werden können. Bei der geſchützten und verborgenen Lage der Gehörwerkzeuge ſind dieſe ſubjektiven Empfindungen nicht ſo leicht durch Experimente hervorzurufen, wie z. B. im Auge. Wir kennen daher das Verhältniß des Hörnerven zu andern Reizen als den Schallſchwingungen weniger genau. Solche Potenzen, wie Licht, Wärme, chemiſche Reize können wir nicht wohl mit dem Hörnerven in Berührung bringen. Zuleitung von elektriſchem Fluidum ſoll nach einigen Angaben einen Ton erzeugen. Aber ſo leicht es iſt, ſich von der ſubjektiven Lichtentwickelung im Auge auf Anwendung des Galvanismus zu überzeugen, ſo ſchwierig iſt es, Töne im Ohre hervorzurufen [1]). Solche Tonerzeugungen, wie z. B. das Knacken im Ohr (§. 304) bei Verſuchen an ſich ſelbſt, ſind keine ſubjektiven Töne; es ſind Erſchütterungen, die ſelbſt für andere Perſonen durch das Gehör wahrnehmbar ſind. Andere pathologiſche Erſcheinungen, z. B. Brauſen, Ziſchen bei Congeſtionen, bei fremden Körpern in den äußeren Hörorganen, ſind häufig ebenfalls hier erzeugte Erſchütterungen oder Schalle. Daſſelbe gilt von Stößen, Schlägen am Kopf, welche als mechaniſche Erſchütterungen zum Hörnerven fortgeleitet, in demſelben nothwendig gleiche Schwingungen, folglich Tonempfindungen hervorrufen müſſen. Eher kann man als ſubjektive Töne die Nachempfindungen betrachten, welche, wie im Auge, nach länger ſtattgehabten Reizen, als Nachbilder zurückbleiben, ſo z. B. das Rauſchen im Ohre, wenn man längere Zeit auf polternden Wagen fuhr, beſonders wenn man dabei ſchlief und der Kopf hart anlag. Ebenſo gehören hierher die Nachklänge gehörter Muſikſtücke, das plötzliche Klingen im Ohr bei ruhigem, ſtillen Sitzen, das ſogenannte nervöſe Klingen und Brauſen bei Nervenſchwachen und Geiſteskranken, welches oft zu großen Sinnestäuſchungen Veranlaſſung giebt; ferner die plötzlichen, meiſt ſtoßweiſen und dumpfen Töne, welche neben den phantaſtiſchen Geſichtserſcheinungen, den plötzlichen Muskelzuckungen ꝛc. bei der erſten Traumbildung kurz vor dem Einſchlafen vorkommen. Vielleicht ließen ſich jedoch viele dieſer Erſcheinungen als durch wirkliche Erſchütterungen in äußeren Ohrtheilen hervorgerufen und zum Hörnerven fortgeleitet betrachten [2]).

1) In den phyſiologiſchen Lehrbüchern wird gewöhnlich der Phyſiker Ritter als Gewährsmann angeführt, welcher durch Anwendung des Galvanismus im Ohre Schallempfindung gehabt haben will. Ich habe an mir und ſehr vielen Zuhörern Verſuche, freilich nicht mit ſehr ſtarken galvaniſchen Strömen angeſtellt, aber ohne alles Reſultat. Der §. 243 beſchriebene, kräftig wirkende Induktionsapparat wurde auf die manchfaltigſte Weiſe mit dem äußeren Ohre, den Kopfknochen, dem mit leitenden Flüſſigkeiten gefüllten äußeren Gehörgang ꝛc. in Berührung gebracht. Immer erſchienen dabei die Lichtmaſſen in beiden Augen, nie Töne. Unter etwa 70 Perſonen waren nur 2, welche, aber ohne ſich genauer Rechenſchaft davon geben zu können, Töne wahrgenommen haben wollten. — 2) Bei der Schwierigkeit, die Vorgänge in der Paukenhöhle klar zu erkennen, bleibt es faſt immer zweifelhaft, ob die ſubjektiven Gehörempfindungen nicht wie das Knacken im Ohre z. B. durch Krämpfe des N. stapedius ꝛc. erregt worden

ſind, die bei nervöſer Reizbarkeit als Reflexionsbewegungen auftreten können und dann Wellen im Labyrinthwaſſer hervorrufen. Ebenſo kann das von Henle an ſich ſelbſt beobachtete Rauſchen, wenn derſelbe mit dem Finger leiſe über die Backe fährt, erklärt werden. Vergl. hierüber auch die allgemeine Phyſiologie.

§. 309.

Nur der in der äußern Natur erzeugte Schall bringt im Ohr jene manchfaltigen Erſcheinungen hervor, welche wir als Töne unterſcheiden. Die inneren Verſchiedenheiten der Töne hängen genau von der Natur und Zahl der Schwingungen der ſchallenden Körper ab, wie dies die Phyſik weiter lehrt. Es iſt immer eine gewiſſe Anzahl von Schwingungen nöthig, wenn dadurch ein Ton wahrnehmbar ſeyn ſoll. Je weniger Schwingungen erfolgen, um ſo tiefer iſt der Ton. Nach neueren Erfahrungen reichen ſchon vier Schwingungen oder zwei Stöße des Savart'ſchen Rades hin, einen wirklich vergleichbaren Ton zu erzeugen. Zweiunddreißig einfache Schwingungen in der Sekunde geben den Orgelton C in der 32-füßigen Pfeife. Die in derſelben enthaltene Luftſäule macht in der Sekunde 16 Stöße in einer Richtung, oder 32 Doppelſchwingungen. Doppelt ſo viele Schwingungen geben jederzeit die Oktave eines Tones. Als höchſten muſikaliſchen Ton giebt man gewöhnlich das ſechsgeſtrichene C an, zu deſſen Erzeugung 16000 Schwingungen in der Sekunde nöthig ſind. Doch fand man durch neuere Verſuche, daß das Ohr noch Töne wahrnimmt, welche durch 48000 Schwingungen in der Sekunde erzeugt werden. Mit dem Namen Geräuſch bezeichnet man eine Folge gleicher oder ungleicher Schalle in ungleichen Zeiten. Aus Geräuſchen können wirkliche beſtimmbare Töne werden, indem ſich die Geräuſche bei ſchnellerer Folge ſummiren und regelmäßige Wellenſtöße bilden. Nicht ſelten miſchen ſich Töne und Geräuſche durch gleichmäßige und unregelmäßige Schwingungen. Die Stärke eines Schalls beruht theils auf der Natur des ſchallenden Körpers, der Größe ſeiner Schwingungen, der Mitſchwingung anderer Körper (d. h. der Reſonanz) und ſeiner Entfernung vom Ohre, theils auf der Intenſität der Erregung des Hörnerven. Aus letzterem Grunde und nach den früher beſchriebenen Vorgängen wird die Stärke eines Schalls von verſchiedenen Individuen verſchieden wahrgenommen. Der Klang (timbre) rührt von der Qualität der ſchallenden Körper her. Aus dem Klange beurtheilen wir die Natur des Inſtruments, welches denſelben erzeugte.

Ueber weiteres Detail ſind die Lehrbücher der Phyſik, dann vorzüglich die Arbeiten von Savart, von Cagniard Latour, von Weber ꝛc. zu vergleichen. Eins der zweckmäßigſten Inſtrumente zur Erläuteruug der Erzeugung hoher und tiefer Töne iſt die von Cagniard Latour erfundene Sirene.

§. 310.

Wie in allen Sinnesorganen, ſo kommen auch im Gehör viele individuelle Verſchiedenheiten vor. Daher auch die Empfindungen über die empfangenen Schallwellen ſehr verſchieden ſind. Vielleicht ſind in keinem Sinnesorgane die individuellen Eigenthümlichkeiten manchfaltiger, als beim Hörwerkzeuge. So ſteht die Schärfe des Gehörs z. B. in keiner innigen Verbindung mit der genauen Unterſcheidung der einzelnen Töne von einander. Viele ſehr ſcharf hörende Menſchen haben oft kein muſikaliſches Gehör. Ein gewiſſer Wechſel von einfachen Tönen wirkt auf die meiſten Ohren allerdings angenehm. Aber während die gebildeten Menſchen zwiſchen Diſſonanzen und Conſonanzen unterſcheiden und erſtere für unangenehm, letztere für angenehm, ſowie eine gewiſſe Reihe von Accorden für dem Ohre wohlthuend erklären, finden rohe, uncivilifirte Völker, die für uns unangenehmen Töne, ebenſo wie ſchreiende Farben, ſchön [1]). Bei einzelnen Individuen können ſich wahre Idioſynkraſien für manche Klänge bilden, welche ſelbſt ſchmerzhafte Gefühle (Folge von Reflexen) erzeugen; verwandte Erſcheinungen treffen wir ſelbſt bei Thieren an [2]). Viele Verhältniſſe, welche die Perzeption des Schalls betreffen, ſtehen nicht mit der äußeren Aufnahme der Töne, ſondern mit dem Urtheil im Zuſammenhang. So wird jeder Schall durch beide Ohren zugleich aufgenommen, wodurch die Intenſität der Empfindung erhöht wird. Demungeachtet iſt die Empfindung wie beim Sehen, obwohl wir ein doppeltes Schall- und Geſichtsbild empfangen, einfach. Ob Doppelhören, als pathologiſche Erſcheinung, wie Doppelſehen, unter gewiſſen Verhältniſſen vorkommt, iſt mindeſtens zweifelhaft [3]). Auch das Nahe- und Entfernthören, iſt, wie beim Sehen, ein Produkt des Urtheils. Wir betrachten einen uns ſonſt ſeiner Natur nach bekannten Schall durch eine Vergleichung ſeiner Stärke. Daher ſind wir hier leicht Täuſchungen unterworfen und das Urtheil wird um ſo unſicherer, wenn Reflexionen, Condenſationen und Reſonanzen mitwirken. Daſſelbe gilt von der Richtung des Schalls, welche wir gewöhnlich nach der ſtärkeren Wahrnehmung mittelſt des einen oder andren Ohres, oder nach der Auffaſſung bei gewiſſen Stellungen des Ohres beurtheilen. Durch Uebung können wir, wie in allen Sachen des Urtheils, die Fähigkeit, die eben bezeichneten Verhältniſſe genau zu erkennen, vielfach ſchärfen. Ueberall iſt dann die Mitwirkung der Seele nothwendig, die wir faſt von keinem andern Sinnesorgan ſo abſchließen können. Sind wir daher z. B. im Nachdenken vertieft, ſo hören wir viele Töne nicht, welche in unſerer Umgebung entſtehen und ebenſo ungehindert zum Ohre dringen, als wenn wir unſre Aufmerkſamkeit darauf richten. Wollen wir dagegen ſcharf und genau hören, ſo fixiren wir unſre Seelenthätigkeit auf die Hörorgane und bei dieſem intendirten Hören ſetzen wir bewußt oder unbewußt zugleich alle jene Leitungsapparate zum Labyrinth in die günſtigſten Verhältniſſe

zur Auffaſſung der Schallwellen, wie wir dieſelben bereits in den früheren Paragraphen dieſes Kapitels kennen gelernt haben.

1) Was die muſikaliſchen Tonverhältniſſe betrifft, ſo können dieſe hier nicht weiter erörtert werden. Die Fähigkeit, feinere Tonverhältniſſe zu unterſcheiden, iſt angeboren und wird durch frühe Uebung nur ausgebildet. Die in der Muſik brauchbaren Töne, welche jetzt unſer diatoniſches Tonverhältniß bilden, beruhen zwar auf objektiven Verhältniſſen, aber ihre Unterſcheidung und Klaſſifikation gehört ſtreng genommen ſo wenig in die Phyſiologie als die Sprachenkunde. Ihre Auffaſſung beruht auf erworbenen Fertigkeiten bei urſprünglicher Anlage. Ein ungebildetes Ohr vermag zur Noth die ſieben Haupttöne einer Oktave zu beſtimmen, nicht aber die halben Töne, welche auch die alte Muſik nicht kannte. Viele Perſonen, welche hohe und tiefe Töne ſehr gut zu unterſcheiden vermögen, können oft nicht anzugeben, ob ein einfacher Accord richtig angeſchlagen wird. Töne von Thieren, wie z. B. der Geſang der Vögel, laſſen ſich nur ſelten, wie z. B. der Schrei des Kuckuks, auf Töne unſres Tonſyſtems reduziren. Und doch bringen die Vögel Melodien hervor, d. h. Folgen von hohen und tiefen Tönen, welche für unſer Ohr angenehm ſind. Mehreres hierüber in der allgem. Phyſiol. — 2) Gewiſſe Töne oder Geräuſche z. B. das Kratzen auf einer Schiefertafel, erregen bei der Mehrzahl der Menſchen eine widerliche Empfindung und ſind nicht ſelten mit Reflexionsbewegungen in der Haut (Gänſehaut, Sträubung der Haare) verknüpft. Peter Frank erzählt von einem am Bandwurm leidenden Mann, der die Orgel nicht hören konnte, Foreſt von einem Bettler, der beim Hören einer Kindertrommel in Epilepſie verfiel, Boyle von einem Weibe, welche beim Glockengeläute die Beſinnung verlor ꝛc. Vergl. Lincke a. a. O. S. 556. — Hunde können bekanntlich ſehr häufig die Geige nicht hören und heulen deshalb. — 3) Nur wenige ſichere Fälle ſind bekannt, welche von Itard und Sauvages erzählt werden. In dem Falle von Itard wurden durch beide Ohren verſchieden hohe Töne gehört. Vergl. Joh. Müller Phyſiol. II. S. 180. —

Drittes Kapitel.

Vom Geſicht.

Vorbemerkungen.

§. 311.

Das Auge iſt ein optiſches Werkzeug von großer Vollkommenheit. Die Beſchreibung der Funktionen der einzelnen Theile des Auges erfordert daher auch eine genaue Kenntniß der Lehre vom Licht oder der phyſikaliſchen Bedingungen des Sehens, worüber die Lehrbücher der Phyſik oder eigne Schriften über Optik zu vergleichen ſind. Das Licht exiſtirt jedoch für uns nur, inſofern wir einen für dieſe Potenz mit einer ſpezifiſchen

Energie begabten Nerven, den **Sehnerven** beſitzen, deſſen Ausbreitung, die **Netzhaut** oder **Retina**, die brechenden Medien des Auges kelchartig umfaßt und ſo konſtruirt iſt, daß die kleinſten Elemente des Lichts von derſelben perzipirt und die dadurch erhaltenen Eindrücke zum Gehirn fortgepflanzt werden können. Die Werke, welche ſich mit den Phänomenen des Geſichtsſinnes beſchäftigen, ſind ſehr zahlreich und wenige Abſchnitte der Phyſiologie erfreuen ſich einer ſo ausführlichen Behandlung.

Vergl. hierüber die phyſikaliſchen Lehrbücher von **Kaemtz**, **Biot** u. A. und die monographiſchen Arbeiten von **Porterfield**, **Schmidt**, **Brewſter**, **Herſchel**, **Kunzek**, die Artikel in **Gehler's** phyſikaliſchem Wörterbuch, **Goethe's** Farbenlehre. Ueber das Anatomiſch-phyſiologiſche vergl. außer den ſchon früher beim Gehörorgan citirten Kupferwerken von **Sömmerring** und **Arnold** und den neueren Handbüchern für Phyſiologie vorzüglich folgende Schriften: **Steinbuch** Beitrag zur Phyſiologie der Sinne. Nürnberg 1811. — **J. Müller** zur vergleichenden Phyſiologie des Geſichtsſinnes. Leipzig 1826. — Derſelbe über die phantaſtiſchen Geſichtserſcheinungen. Coblenz 1826. — **Purkinje** Beobachtungen und Verſuche zur Phyſiologie der Sinne. 2 Bde. 1823 und 25. — **Tourtual** die Sinne der Menſchen. Münſter 1827. — **Treviranus** Beiträge zur Anatomie und Phyſiologie des Sinneswerkzeuge. 1. Heft 1828. fol. — **Volkmann** neue Beiträge zur Phyſiol. des Geſichtsſinnes. Leipzig 1836. — **Heermann** die Bildung der Geſichtsvorſtellungen aus den Geſichtsempfindungen. Hanover 1835. — **Burow** Beiträge zur Phyſiologie und Phyſik des menſchlichen Auges. Berlin 1842. — **Szokalski** über die Empfindungen der Farben in phyſiologiſcher und pathologiſcher Hinſicht. Gießen 1842. — Ueber einzelne Abhandlungen vergl. die ſpäteren Paragraphen. Vieles zerſtreute Material findet ſich in den Zeitſchriften und Jahresberichten von **J. Müller**, **Valentin** ꝛc. Leider behandeln die Hand- und Lehrbücher der Augenheilkunde und die chirurgiſchen Zeitſchriften die Phyſiologie des Geſichtsſinns ſehr oberflächlich. Einige Schriften machen eine rühmliche Ausnahme. So finden ſich ſehr viele intereſſante Originalarbeiten in der leider nicht fortgeſetzten Zeitſchrift für Ophthalmologie von v. **Ammon** Bd. I—V. 1830—35. Vergl. ferner die vorzügliche Schrift von **Rüte**: Neue Unterſuchungen über das Schielen und ſeine Heilung. Ein Beitrag zur Phyſiologie des Geſichtsſinnes. Göttingen 1841. Die einzige der zahlreichen neueren Schriften über das Schielen, welche durchgängig eine phyſiologiſche Baſis hat, echte Beobachtungen giebt und einen wiſſenſchaftlichen Fortſchritt der Augenheilkunde bezeichnet.

Allgemeine Morphologie der Sehwerkzeuge.

§. 312.

Die vergleichend anatomiſche Betrachtung des Baues der Augen in der Thierwelt nach ſeiner allmäligen Entwickelung iſt, wie beim Hörorgan, von großem phyſiologiſchen Intereſſe, indem man hier den Fortſchritt von den einfachen zu den zuſammengeſetzten Bildungen verfolgen kann. Es giebt Thiere, z. B. unter den Infuſorien und Meduſen, welche kleine Pigmentflecke an Stellen des Körpers haben, die man für Rudimente von Augen hält, welche aber ſo lange nur problematiſch als ſolche betrachtet werden müſſen, ſo lange man noch keine Nerven, die zu dieſen Flecken

führen, entdeckt hat [1]). Ob ferner bei Würmern Augenrudimente angenommen werden können, welche gar keine durchſichtigen, lichtbrechenden Elemente enthalten, ſondern wo der Augennerve eine bloße pupillenförmige, mit Pigment überzogene Anſchwellung bilden ſoll, bleibt mindeſtens zweifelhaft. Solche Thiere würden nur eine unbeſtimmte Empfindung von Hell und Dunkel haben. Ueberall, wo man ſcharf beobachten kann, findet man wirkliche durchſichtige Medien und es ſcheinen ſelbſt die Augen der niederſten Thiere eine gewiſſe Zuſammenſetzung zu haben. Beim medziniſchen Blutegel (**Ic. physiol. Tab. XXVIII. fig. XV. A—C**) iſt bei ganz jungen, eben aus dem Ei geſchlüpften Thieren eine ſolche Zuſammenſetzung wahrzunehmen. Jedes der ſechs größeren Augen bekommt einen feinen Nervenfaden, welcher unter eine rothe körnige Pigmentſchicht tritt, die becherförmig einen durchſichtigen Kern (dem Glaskörper und der Linſe entſprechend) umgiebt; dieſer iſt vorne von Pigment unbedeckt, pupillenartig offen und ſo dem Lichte zugänglich. Bei manchen Seewürmern z. B. bei **Nereis s. Lycoris** findet man vier Augenpunkte (**Ic. physiol. Tab. XXVIII. fig. X. A**). Ein ſehr anſehnliches Hirnganglion (**fig. XV. B**) giebt vorne ſtarke Tentakelnerven, dann jederſeits zwei Nerven für die Augen ab. Preßt man dieſe Augen ſchwach, ſo weichen die Pigmentzellen, welche ſie bedecken, auseinander und laſſen einen durchſichtigen Kern wahrnehmen [2]). Genauer unterſucht, ſieht man, daß das vordere Auge (**D**) von einer durchſichtigen Hülle, die von den allgemeinen Bedeckungen kommt, umgeben wird und daß die kugelförmige Pigmentſchicht vorne von einer Pupillaröffnung durchbrochen iſt; letztere fehlt am hinteren Auge (**C**); beide aber laſſen beim Sprengen der Pigmentſchicht (**XV. E**) unter dem Quetſchapparat einen halbweichen, runden, ganz durchſichtigen Kern heraustreten. Bei dieſen Augen wäre mithin die einfachſte Zuſammenſetzung zum Hervorbringen von Netzhautbildern gegeben. Eine Pupille nimmt die Lichtſtrahlen auf; die Randſtrahlen werden von der nach vorne gehenden Pigmentſchicht (Choroidea und Iris) abgehalten; der durchſichtige Kern entſpricht der Linſe und dem Glaskörper der höheren Thiere. Der Nerve ſcheint ſich um denſelben in einer becherförmigen Retina auszubreiten [3]).

1) Bei den Infuſorien und Meduſen kann ich dieſe Pigmentflecken bis jetzt nicht für Augen halten. Eher möchten die von Ehrenberg an Seeſternen entdeckten, an der äußerſten Spitze der Strahlen ſtehenden Flecken, zu denen ein Nerve zu treten ſcheint, als Augen zu betrachten ſeyn. — 2) Müller behauptet, daß bei den Nereiden bloße papillenförmige Anſchwellungen der Sehnerven, ohne dioptriſche Medien vorhanden ſeyen. Vergl. J. Müller in den **Ann. des sc. nat.** Bd. **XXII.** S. **19.** — Handb. d. Phyſiol. Bd. **II.** S. **306.** Vergl. auch *Rathke* **de Bopyro et Nereide. Rigae 1837. p.** Alle meine neueren Unterſuchungen an Anneliden laſſen mich ein Vorhandenſeyn von brechenden Mitteln vermuthen. — 3) Dieſe Beſchreibung und Abbildung nach neueren noch nicht weiter publizirten Unterſuchungen im Herbſt 1839 in Nizza.

§. 313.

Die höheren Gliederthiere zeigen eine ähnliche, jedoch ſchon deutlichere und vollkommenere Zuſammenſetzung. Hierher gehören z. B. die einfachen Augen der Spinnen und des Skorpions. Hier findet man (Tab. XXVIII. fig. XIV. A) eine einfache, ziemlich dicke Hornhaut (a), ein durchſichtiges Blatt der äußeren Bedeckungen; dahinter eine bald kugelförmige, bald elliptiſche Linſe (b). Außer derſelben iſt ein beſonderer harter Glaskörper (c) vorhanden, welcher in einer vom Sehnerven gebildeten napf- oder becherförmigen Retina (e) liegt; dieſe wird von einer der Choroidea entſprechenden Pigmentſchicht (d) umgeben, welche zwiſchen Linſe und Glaskörper tritt, aber die Mitte frei läßt, wodurch eine Pupille entſteht, die von einer Art Iris umgeben wird [1]). Im Weſentlichen mit dieſen feſtliegenden Augen der Spinne ſind die beweglichen Augen der Schnecke, ihrem optiſchen Baue nach, übereinſtimmend [2]). Die zuſammengeſetzten Augen der Inſekten ſcheinen gleichſam nur in der Anhäufung einer großen Anzahl einfacher Augen, die ſehr innig verbunden ſind, zu beſtehen. Hier liegt auf jeder Seite ein ſehr großes, ſtark gewölbtes, ja halbkugelförmiges Auge. Die Hornhaut iſt entweder glatt oder in eine große Anzahl viereckiger oder ſechseckiger Felder (Facetten) abgetheilt. Jedes Feld erſcheint im ſenkrechten Durchſchnitt (fig. XIV. B. a a) als eine hinten häufig convexe Fläche. Hinter jeder ſolchen Hornhautfacette liegt ein kegel- oder zuckerhutförmiges Körperchen (b, ſogenannter Kryſtallkegel) mit der Spitze nach hinten gekehrt. Dieſe Kryſtallkegel ſind dioptriſche Medien und entſprechen dem Glaskörper. Sie ſind in eine Schicht von verſchiedenfarbigem Pigment (d) eingeſenkt, welches ſich allenthalben zwiſchen ſie drängt; durch dieſes Pigment dringen feine Fädchen des Sehnerven, der einen ſehr ſtarken, mit breiter, dicker Baſis vom Gehirn abgehenden Stamm darſtellt, welcher ſich in außerordentlich viele Fäden (wahrſcheinlich Primitivfaſern) theilt. Jede Sehnervenfaſer dringt bis zur Spitze eines Kryſtallkegels und umgiebt denſelben dann weiter als eine ſcheidenförmige Retina [3]). Der Zweck dieſer muſiviſch zuſammengeſetzten Augen ſcheint der zu ſeyn, die hier mangelnde Muskelbewegung zu erſetzen. Das feſtſitzende Auge kann zwar nicht von der Stelle bewegt werden, aber die ſtarke, freie, halbkugelförmige Hervorragung und eigenthümliche Compoſition macht es möglich, daß die Inſekten Strahlen von Objekten von allen Seiten bekommen und daher jede für ſie herannahende Gefahr wahrnehmen können. Je konvexer, wie z. B. bei den Libellen, das Auge iſt und je zahlreicher die kleinen Lichtſonderungsapparate (Kryſtallkegel) ſind, um ſo größer muß das Sehfeld ſeyn, um ſo mehr iſolirte Eindrücke von Objekten werden dem Sehnerven mitgetheilt werden. Die Zahl der Facetten und Kryſtallkegel geht daher gewöhnlich in die Tauſende [4]). Dieſe zuſammengeſetzten Augen bedürfen auch nicht jener inneren Veränderungen in der Lage der Linſe zur Retina für das

gleich gute Sehen in der Nähe und Ferne, da jeder im Geſichtsfelde liegende Punkt gleich gut, ob er nahe oder ferne ſey, geſehen werden muß. Auch die äußeren Medien haben hier keinen Einfluß und es findet ſich daher auch kein Unterſchied im Bau der Augen bei den im Waſſer oder in der Luft lebenden Inſekten [5]).

1) Vergl. Joh. Müller zur vergl. Phyſiol. des Geſichtsſinnes. S. 315. — 2) Vergl. hierüber mein Lehrbuch der vergl. Anat. §. 296. Abbildungen bei J. Müller Annales des sc. nat. Vol. XXII. S. 1. Meckel's Archiv 1829. S. 208. Tab. VI. — 3) Es kann nicht die Aufgabe ſeyn, alle die zahlreichen Verſchiedenheiten der zuſammengeſetzten Augen bei Inſekten und Kruſtenthieren zu ſchildern, worüber auf die Lehrbücher über vergleichende Anatomie zu verweiſen iſt, ſowie auf J. Müller's angeführte Schrift. Ausführlich und gründlich iſt neuerlich dieſer Abſchnitt bearbeitet worden in Fr. Will Beiträge zur Anatomie der zuſammengeſetzten Augen mit facettirter Hornhaut. Mit 1 Kpfrtfl. Leipzig 1840. — 4) Bei Musca domestica zählt man an 5000, bei manchen Schmetterlingen (welche ſich am beſten zur erſten Unterſuchung eignen) noch mehr Facetten und Kryſtallkegel an einem Auge. Vergl. Will a. a. O. S. 11. — 5) Ueber weiteres Detail und nähere Nachweiſung über das Sehen der Augen der Inſekten mit muſiviſch zuſammengeſetzten und durch Pigment iſolirten dioptriſchen Medien ſ. bei Joh. Müller Handb. der Phyſiol. S. 317.

§. 314.

Rechnet man die äußeren Bedeckungen, die Thränenwerkzeuge (kurz die acceſſoriſchen, nicht zum Sehen in direkter Beziehung ſtehenden Gebilde — von denen hier nicht weiter die Rede ſeyn kann — ab, ſo findet ſich bei allen Wirbelthieren ein gemeinſamer Typus, welcher vom Menſchen bis zum Fiſche abwärts zu verfolgen iſt; vergl. Tab. XXVIII. fig. VIII—XIII. Wo das Auge nicht verkümmert iſt (wie z. B. beim Maulwurf, bei Myxine) ſtellt es eine anſehnliche hohle, mit brechenden Medien ausgefüllte Kugel dar, die häufig in eine mehr langgezogene koniſche Form übergeht, wobei die Spitze nach vorn und außen, die Baſis nach innen gekehrt iſt, wie bei den in der Luft lebenden Thieren (Menſch fig. VIII. Affe fig. IX. Vögel fig. XI). In andern Fällen findet ſich eine mehr abgeplattete Form, wie bei den im Waſſer lebenden Thieren (Seehund fig. X. Seeſchildkröte fig. XII. Fiſch fig. XIII). Dieſe Kugel hat vorn eine zirkelförmige Oeffnung, welche den dritten bis fünften Theil ihres Durchmeſſers ausmacht und von einer durchſichtigen Membran, der Hornhaut, bedeckt iſt, welche das Licht hindurch läßt. Dahinter liegt, durch die wäſſerige Feuchtigkeit getrennt, die bei den Waſſerthieren mehr kugelförmige, ſonſt abgeplattete bikonvexe Linſe. Vor ihr befindet ſich ein bewegliches, der Erweiterung und Verengerung fähiges Diaphragma, die Iris. Die Linſe iſt in einen anſehnlichen Glaskörper eingeſenkt, welcher kelchförmig, von der Ausbreitung des Sehnerven, der aus mehreren Schichten beſtehenden Retina, umfaßt wird, welche vorn hinter der Linſe mit einem freien Rande endigt. Nach außen vor derſelben liegt eine Pigmentplatte, deren ſechseckige Zellen mit ſchwarzen Molekeln

gefüllt ſind, die bei den Albinos fehlen. Eine aus derben Faſern gebildete, oft mit feſten Knochenplatten durchwebte Haut, die Sklerotika, ſchließt den ganzen Bulbus; ſie dient zum feſten Anſatz der vorderen Ausbreitung der Augenmuskeln, deren eigenthümliche Verbindung dem Auge eine ſehr feine und vollkommene Bewegung geben.

Alles übrige Detail gehört in die menſchliche und vergleichende Anatomie, welche letztere auch die einzelnen den Menſchen fehlenden, ihrer Funktion nach nicht genau bekannten Gebilde, wie z. B. die ſichelförmige Falte des Fiſchauges (Tab. XXVIII. fig. XIII. a), den Fächer im Vogelauge (fig. XI. a) näher beſchreibt. Eine ſehr intereſſante Ueberſicht der Augenbildung bei den Wirbelthieren geben die Tafeln in Wilhelm Sömmerring's Werk de oculorum sectione horizontali. Tab. II et III.

Bau und Funktionen der einzelnen Theile des Auges.

§. 315.

Die Augen mit kollektiven dioptriſchen Medien (§. 314) ſind verſchieden von den muſiviſch zuſammengeſetzten Augen der Inſekten (§. 313), wo alle das Auge treffenden Lichtſtrahlen auch zum Sehnerven geleitet werden. Beim Menſchen und bei den Wirbelthieren dient blos ein verhältnißmäßig kleinerer Kreisabſchnitt, die Hornhaut, dazu, die Lichtſtrahlen ins Auge zu leiten. Diejenigen Strahlen, welche unter einem kleineren Winkel als 48° auffallen, werden wegen der Convexität nach dem Einfallswinkel gebrochen; die auf die Mitte der Hornhaut fallenden gehen ungebrochen zur Netzhaut (Ic. physiol. Tab. XXVIII. fig. VIII. A'). Beim Menſchen iſt die Refraktion der Hornhaut am Rande und in der Mitte ziemlich gleich, da dieſelbe ziemlich gleich dick iſt und beide Flächen konzentriſch ſind [1]). Um ein für das gewöhnliche Sehen hinreichend großes Geſichtsfeld zu haben, müſſen die Augenlider, wie es gewöhnlich der Fall iſt, ſo weit geöffnet ſeyn, daß die ganze Hornhaut frei liegt. Trübungen in der Hornhaut verhindern in verſchiedenem Grade den Durchtritt der Lichtſtrahlen. Bei der großen Glätte der Oberfläche der Hornhaut wird, wie bei allen ſpiegelnden Flächen, ein Theil der Lichtſtrahlen zurückgeworfen, wodurch das Auge den eigenen Glanz bekommt und äußere Objekte als Spiegelbilder darauf erſcheinen [2]).

1) Sehr verſchieden verhält ſich die Dicke der Hornhaut z. B. bei den Fiſchen (Tab. XXVIII. fig. XIII), wo ſie am Rande viel dicker iſt, als in der Mitte. — 2) Ueber die feinere Struktur der Hornhaut vergl. die Lehrbücher der Anatomie und Hiſtologie, vorzüglich Henle, allgem. Anat. bei Sömmerring. S. 320 u. f.

§. 316.

Die wäſſerige Feuchtigkeit dient theils als brechendes Medium, theils wirkt dieſelbe auf die Form und Lagerung der Augenhäute. Die

Wölbung der Hornhaut iſt zum Theil bedingt durch die größere Menge der wäſſerigen Feuchtigkeit, was bei verſchiedenen Thieren und den menſchlichen Individuen wechſelt [1]). Dadurch, daß die wäſſerige Feuchtigkeit die vordere und hintere Augenkammer ausfüllt, geſtattet ſie der Regenbogenhaut eine freiere Bewegung. Dieſe letztere hat ganz den Zweck der künſtlichen Diaphragmen, deren wir uns bei der Konſtruktion dioptriſcher Inſtrumente bedienen, um die ſphäriſche Aberration der Linſen zu verbeſſern. Die Iris deckt den Rand der Linſe und geſtattet auf dieſe Weiſe blos den auf die Mitte der Linſe fallenden Strahlen den Durchgang. Der Durchmeſſer der Pupille iſt aber bekanntlich variabel. Durch einen wunderbaren Mechanismus im Bau der Iris und eine dem Bedürfniß entſprechende Nervenverbindung erfolgt die Verengerung und Erweiterung der Pupille unwillkürlich je nach der größeren oder geringeren Intenſität des Lichts. Beim gewöhnlichen Tageslicht befindet ſich die Iris gewiſſermaßen im Zuſtand der Ruhe. Je heller das Licht iſt, um ſo enger wird die Pupille; in der Dunkelheit erweitert ſich dieſelbe, um der Netzhaut mehr Lichtſtrahlen zuzuführen. Je näher wir ferner einen Gegenſtand betrachten, um ſo enger wird ſie und erweitert ſich bei Betrachtung entfernter Gegenſtände. Bei jeder ſcharfen Betrachtung kleinerer Gegenſtände verengert ſich ebenfalls die Pupille. Wir ſehen überhaupt nach optiſchen Geſetzen am beſten mit enger Pupille, bei ſonſt richtiger Sehweite (§. 333) und heller Beleuchtung des Objekts, weil hierbei die ſtörenden Randſtrahlen wegfallen. Die hintere ſchwarze Fläche der Iris (Uvea) dient zur Abſorption der im Innern des Auges reflektirten Lichtſtrahlen. Wie alle Bewegungen der Augen harmoniſch ſind, ſo erweitern und verengern ſich die Pupillen auch auf beiden Augen gleichzeitig. Alle Bewegungen der Iris ſind reflektirte, d. h. ſie erfolgen automatiſch auf Reize der Netzhaut, welche dieſelben durch den Sehnerven zum Gehirn und verlängerten Mark fortpflanzt und auf das dritte Nervenpaar überträgt, von welchem Faſern zur Regenbogenhaut gehen (§. 248). Die Pupille bleibt ſtarr und unbeweglich bei Amauroſe, wo der Augennerve ſeine Reizempfänglichkeit und Leitungsfähigkeit verloren hat. Außerdem wirken ſehr viele entfernte phyſiologiſche und pathologiſche Einflüſſe, manche Narkotika, wie die Belladonna, auf die Bewegung der Iris [2]).

1) So ſtehen z. B. die ſehr beträchtliche Konvexität der Hornhaut bei den Raubvögeln z. B. den Eulen (Tab. XXVIII. fig. XI) und die Menge des Humor aqueus in einem Cauſalnexus. — 2) Ueber die Struktur und Bewegung der Iris ſ. noch ſpäter die Lehre von der Bewegung. Bei den Vögeln, wo die Iris willkürlich beweglich iſt, haben, wie ich mich überzeugt habe, die zu derſelben vom Ligamentum ciliare tretenden Faſern auch den hiſtologiſchen Charakter der willkürlichen Muskelfaſern, nämlich die charakteriſtiſchen Querſtreifen; beim Menſchen und den Säugethieren ſcheint die Iris blos aus Zellgewebefaſern zu beſtehen. Vergl. Henle a. a. O. S. 574. Er betrachtet die Iris als aus Muskelfaſern mit dem Charakter des Bindegewebes gebildet.

§. 317.

Die Kryſtalllinſe iſt das wichtigſte brechende Medium im Auge. Sie hat in der Klaſſe der Wirbelthiere eine ſehr manchfaltige Form und iſt um ſo dichter in ihrem Gefüge und um ſo konvexer, je geringer der Unterſchied der Dichtigkeit des Mediums iſt, worin das Thier lebt. Die Fiſche, die Seeſäugethiere (Tab. XXVIII. fig. XIII. fig. X) haben bei flacher Hornhaut eine meiſt völlig ſphäriſche Linſe. Beim Menſchen (fig. I. fig. VIII) iſt ſie bikonvex. Ihre Struktur und die Form ihrer Oberflächen ſind ſo beſchaffen, daß ſie weſentlich zu dem Achromatismus des Auges beitragen. Die Linſe iſt von einem geſchloſſenen, häutigen Sack, der Linſenkapſel, eingeſchloſſen — einer waſſerhellen, glasartig durchſichtigen, ſtruktur- und gefäßloſen Haut [1]). Die Linſe liegt frei in ihrer Kapſel, mit ihr hinten und vorne durch eine helle, dickliche Flüſſigkeit in geringer Menge, den ſogenannten Liquor Morgagni, verbunden, der kegelförmige, überaus zarte, glasartig durchſichtige, kernhaltige Zellen enthält [2]). Ganz ähnliche Zellen zeigt auch die Oberfläche der Linſe, ſo daß man annehmen kann, es findet ſich ein höchſt zartes, weiches Stratum von Zellen als brechendes Medium zwiſchen der Linſe und ihrer Kapſel. Auf dieſe Zellenlage folgen nach innen Faſernſchichten, welche um den Kern der Linſe konzentriſche Blätter, wie Zwiebelſchalen bilden. Bei Linſen, in Weingeiſt gehärtet (Tab. XXVIII. fig. III. a a), laſſen ſich dieſelben in regelmäßigen Lagen abblättern. Zieht man durch den Mittelpunkt der Linſe von vorne nach hinten eine Linie, als Axe, und vergleicht man den Umkreis der Linſe mit dem Aequator, ſo gehen dieſe Faſern wie Meridiane vom vorderen zum hinteren Pol über den Aequator der Linſe hinweg (fig. IV). Die Faſern ſelbſt (fig. VI) haben eine kryſtalliniſche, ſechsſeitige Form und ein Durchſchnitt der Linſe, welcher eine Abtheilung ſolcher Faſern quer durchſchneidet, zeigt hier ein moſaikartiges Tafelwerk (fig. V). Bei Fiſchen ſind dieſe Linſenfaſern am Rande gezähnelt (fig. VII) und greifen mit dieſen Randzähnen nach Art der Kopfknochen in einander und bilden ſo gleichſam Suturen [3]). In der Peripherie der Linſe werden dieſe zu Blättern vereinigten Faſern ſchichtenweiſe durch eine weiche, formloſe Subſtanz verbunden. Im Centrum fehlt dieſelbe, darum liegen hier die Faſern dichter und bilden den härteren Kern. Die vordere Fläche der menſchlichen Linſe iſt flacher und nach einer Ellipſe gekrümmt; die hintere, in einer ſchüſſelförmigen Grube des Glaskörpers eingeſenkte Fläche hat eine ſtärkere, paraboliſche Krümmung [4]). Offenbar iſt die ganze Struktur der Linſe darauf berechnet, die bei bikonvexen Gläſern — als ein ſolches kann man die Linſe betrachten — ſo ſtörende ſphäriſche und chromatiſche Aberration zu vermindern oder ganz aufzuheben. Zum Theil geſchieht dies durch die Iris (§. 316), welche die Randſtrahlen von der Linſe abhält. Da wir aber wiſſen, daß die Nachtheile der Abweichung von der Kugelgeſtalt der Linſenoberflächen durch Aenderung des

Verhältniſſes der Krümmung beider Kugelflächen auf ein Minimum gebracht werden können, ſo erklärt ſich hieraus die verſchiedene Krümmung der beiden Flächen der menſchlichen Linſe. Die zunehmende Dichtigkeit der Linſe gegen ihre Mitte wirkt ebenfalls der Aberration entgegen, weil dadurch die Brennweite der Centralſtrahlen verkürzt und der Brennweite der Randſtrahlen mehr genähert wird. Man ſieht wie vollkommen dieſe organiſche Subſtanz der Linſe im Auge den optiſchen Zwecken angepaßt werden kann; auf künſtlichem Wege können wir nur höchſt mühſam uns Linſen verſchaffen, in denen wir durch Schleifung der Flächen nach gewiſſen Radien und durch Verbindung von Glasmaſſen von verſchiedener Brechbarkeit (Crown- und Flintglas) die Nachtheile der ſphäriſchen und chromatiſchen Aberration auf ein Minimum bringen, um gute dioptriſche Inſtrumente zu erlangen. Unſtreitig hat auch die ſo künſtliche Zuſammenſetzung der Linſe aus Faſern einen Einfluß auf die Strahlenbrechung, die wir zur Zeit aber nicht näher anzugeben im Stande ſind. Pathologiſche Thatſachen ſprechen dafür; denn Zerklüftungen zwiſchen den Faſerſchichten der Linſe erzeugen eine mehrfache Strahlenbrechung und geben ſo auch den Individuen mehrfache Bilder auf der Netzhaut [5]).

1) Henle iſt geneigt, die Kapſelmembran der Linſe, die Demours'ſche Haut und einige andere Gebilde als ein beſonderes organiſches Syſtem von Geweben, die man „Glashäute" nennen könnte, zu betrachten. Vergl. Henle bei Sömmerring S. 327. — 2) Ueber dieſe höchſt zarten Gebilde, ſowie über die ganze Hiſtologie der Linſe vergleiche vorzüglich die vortreffliche Arbeit von Werneck: Beiträge zur Gewebslehre des Kryſtallkörpers, in Ammon's Zeitſchrift f. Ophthalmologie. Bd. V. S. 403 (m. Abbildungen) nebſt meinen beſtätigenden Bemerkungen ebendaſ. S. 429. Vergl. auch Henle a. a. O. Tab. II. fig. II. — 3) Vergl. hierüber die zahlreichen, durch die Thierreihe hindurchgeführten Unterſuchungen von Werneck a. a. O., ferner die ſehr vorzügliche Arbeit von Brewſter Phil. transactions. 1836. P. I. p. 35 mit Abb. — 4) So nach den Meſſungen von Krauſe Handb. d. Anat. 2te Aufl. 1842. S. 541, deſſen Darſtellung vom Baue und der Struktur der Augen überhaupt vorzüglich zu vergleichen iſt. Er fand die vordere Fläche der Linſe nach einer Ellipſe gekrümmt, deren große Axe 4‴ bis $^{1}/_{10}$‴, deren kleine Axe $1^{2}/_{3}$‴ bis $2^{1}/_{4}$‴ mißt. Die hintere Fläche hat eine paraboliſche Krümmung von $3^{4}/_{5}$‴ bis 5‴ Parameter. — 5) Profeſſor Ruete hat mir einen ſehr intereſſanten Fall mitgetheilt. Ein 62 Jahre alter Mann, der an den Augen leidet, bemerkte zuerſt von ſeinem Zimmer aus, wenn er den Mond betrachtete, daß ihm derſelbe zwölffach, d. h. in 12 diſtinkten Scheiben erſchien; dies iſt auf allen beiden Augen der Fall. Die zwölf hellen Bilder ſtehen in einem Kreiſe regelmäßig in beſtimmten Zwiſchenräumen um eine dunkle Scheibe, gleich einer Roſette mit dunklem Centrum. Helle Körper, wie z. B. ein Kerzenlicht, eine Thermometerkugel, ſah er bei 15 Fuß Diſtanz ebenfalls zwölffach, nahe vor dem Auge immer einfach. Man ſieht durch die Pupille ein vielfach verſchlungenes Netz von weißen Streifen. Die Erklärung dieſes Phänomens iſt ſchwierig und läßt ſich vielleicht mit dem Scheiner'ſchen Verſuche (§. 330) in Zuſammenhang bringen, wenn man nicht eine mehrfache Strahlenbrechung durch die Linſenfaſern annehmen will, ſo daß dieſe Linſe gleichſam ein Inſektenauge mit 12 Kryſtallkegeln (§. 313) darſtellte.

§. 318.

Ein ſehr wichtiges Gebilde unter den durchſichtigen Medien des Auges, zugleich auch das anſehnlichſte, iſt der Glaskörper. Er beſteht größtentheils aus einem ſchwach eiweißhaltigem Waſſer (Humor vitreus), welches in vielen kleinen Zellen, Fortſetzungen der den Glaskörper umgebenden Glashaut (Tunica hyaloidea) enthalten iſt. Vorne iſt der Glaskörper von der Linſe eingedrückt, hinten gewölbt, daher einem ſehr dicken (ungefähr 9 Linien Durchmeſſer enthaltenden) konkav-konvexen Glaſe vergleichbar. Der Glaskörper hält die Retina ausgeſpannt; fließt die flüſſige Subſtanz des Glaskörpers z. B. in Folge einer Verwundung aus, ſo fällt die Retina zuſammen. Trübungen, kleine fleckige Niederſchläge in demſelben können ſubjektive Geſichtserſcheinungen z. B. die ſogenannten mouches volantes veranlaſſen. Aehnliche Erſcheinungen entſtehen, wenn in Folge von Congeſtion oder Entzündung die ſehr kleinen, gewöhnlich keine Blutkörperchen führenden Gefäße des Glaskörpers Blut enthalten [1]). Völlige Blindheit kann eintreten durch Miſchungsveränderungen im Glaskörper, in deren Folge jene Trübungen und Zerſetzungen eintreten, welche mit dem Namen Glaukom, Synchyſis u. ſ. w. bezeichnet zu werden pflegen, Krankheiten, bei denen wir noch einer genaueren phyſiologiſchen und anatomiſchen Zergliederung der Phänomene und Strukturveränderungen entbehren [2]).

1) Die neueſten Beobachter ſind darüber ziemlich einig, daß der Glaskörper Blutgefäße beſitzt, welche ſich durch Injektionen füllen laſſen, aber zu fein ſind, um Blutkörperchen zu führen. Krauſe ſagt a. a. O. S. 540: „Die Glashaut beſitzt ſehr zarte Blutgefäße, die bei Erwachſenen wegen ihrer Enge keine Blutkörperchen aufnehmen; dieſe ſtammen von der Arteria centralis retinae und verbreiten ſich theils an dem äußeren Sacke der Glashaut, theils geht ein ſtärkeres Gefäßchen, die Art. capsularis, durch das Innere des Glaskörpers nach vorne, giebt ſeitwärts Aeſte an die Wände der Zellen ab und endigt in der hinteren Wand der Linſenkapſel.“ — 2) Ueber mehrere pathologiſche Erſcheinungen, welche ſubjektive Geſichtsphänomene veranlaſſen, vergl. ſpäter §. 341.

§. 319.

Die membranförmige Ausbreitung des Sehnerven oder die Retina umhüllt den Glaskörper und beſteht aus mehreren Schichten, deren Struktur und Lagerung zu den ſchwierigſten Problemen mikroſkopiſcher Forſchung gehört [1]). Wir müſſen dieſelben einer genaueren Unterſuchung unterwerfen, da ſie von Wichtigkeit für die Erklärung verſchiedener Geſichtsphänomene ſind. Menſchliche Augen eignen ſich leider in der Regel gar nicht zur näheren Unterſuchung der Retina, da wir dieſelben ſelten oder nie (mit Ausnahme etwa bei der Unterſuchung hingerichteter Verbrecher) ſo friſch erhalten, um die zarte Struktur zu erkennen. Man wählt hierzu am beſten ganz friſche Augen von eben getödteten Thieren, z. B. von Kaninchen [2]). Hier ſieht man zunächſt, wie die Primitivfaſern des Sehnerven ſogleich an

der Eintrittsſtelle ſprenkelförmig aus einander weichen und bündelweiſe mit plexusartiger Gruppirung nach vorne treten. Zwiſchen den Bündeln der Primitivfaſern bleiben freie, ſpindelförmige Maſchenräume übrig. Die Primitivfaſern ſind überaus fein, zum Theil cylindriſch, zum Theil varikös, ähnlich wie die Markfaſern des Gehirns (§. 231); ſie meſſen $^1/_{600}$ bis $^1/_{800}$ Linie. Wie ſie ſich weiter nach vorne verhalten, iſt unbekannt, denn man verliert ſie bald aus den Augen, obwohl einzelne Fibrillen bis in den vorderſten Umfang, jedoch nur unklar zu verfolgen ſind. Schlingenförmige Endigungen, welche von einigen Beobachtern angenommen werden, ſind durchaus nicht mit Sicherheit anzunehmen[3]). Dieſe Schicht von Primitivfaſern bildet die mittelſte Lage der Retina und heißt die Fibrillenſchicht, **Stratum fibrillosum**[4]). Nach außen von derſelben, vom Pigment bedeckt, findet ſich eine von den Primitivfaſern durchaus verſchiedene, die ganze Nervenhaut gleichmäßig deckende Lage von kleinen Säulchen, die ſogenannte Stäbchenſchicht, **Stratum bacillosum s. cylindrosum**, wahrſcheinlich identiſch mit der ſogenannten Jacob'ſchen Haut früherer Schriftſteller. Dieſe Schicht beſteht aus runden, zum Theil wohl (durch wechſelſeitigen Druck) etwas prismatiſchen durchſchnittlich etwa $^1/_{100}$ Linie hohen, $^1/_{600}$ bis $^1/_{800}$ Linie dicken Säulchen. Betrachtet man dieſelben von der äußeren (Chorioideal-) Seite, ſo gleicht dieſelbe einem Moſaikboden oder Pflaſterwerk. Leicht brechen die Stäbchen ab und ſchwimmen dann als kleine, iſolirte, durchſichtige, gerade und rigide, nur an einem Ende etwas umgebogene Körperchen auf dem Geſichtsfeld umher; ſie zeigen in Flüſſigkeiten Molekularbewegung. Dieſes Säulenwerk iſt offenbar als ein eigenthümlicher, mit den Primitivfaſern in keiner anatomiſchen Continuität ſtehender Apparat anzuſehen, welcher der Fibrillenſchicht ſenkrecht aufgeſetzt iſt[5]). Am ſchwierigſten wahrzunehmen iſt die dritte innerſte Schicht, die Kügelchenſchicht oder Zellenſchicht, **Stratum globulosum s. cellulosum.** Sie beſteht aus ſehr blaſſen, zarten, kernhaltigen Zellen, welche eine doppelte oder mehrfache Lage bilden und die Fibrillen nach innen von dem Glaskörper trennen. Wahrſcheinlich gehört dieſe Schicht zu den cellulöſen Epithelialgebilden, während ſie von Andern als eine Schicht von Ganglienkörpern betrachtet wird[6]). Gerade in der Axe des Auges, etwas nach außen von der Eintrittsſtelle des Sehnerven, findet ſich der ſogenannte gelbe Fleck, eine ungefähr 1 Linie große ovale Stelle von gelber Farbe. Dies iſt, mikroſkopiſch betrachtet, eine Maſche zwiſchen den (um den gelben Fleck wallartig gruppirten) Primitivfaſern, in welcher jedoch die Stäbchenſchicht erhalten iſt. Dieſe Stelle entſpricht ungefähr der Baſis von 600 Stäbchen, welche hier beim gewöhnlichen Sehen von den Axenſtrahlen getroffen werden und wo das Bild am ſchärfſten und deutlichſten iſt[7]). Die Blutgefäße der Retina verbreiten ſich auf der inneren, dem Glaskörper zugewendeten Fläche, zwiſchen den Zellenſchichten und bilden mit dieſen nach dem Tode das ſogenannte Gefäßblatt.

1) Ich habe die obige Beſchreibung vorzüglich nach eignen Beobachtungen gegeben, welche am meiſten mit denen von Henle bei Sömmerring, S. 656, und von Krauſe a. a. O. S. 537 übereinſtimmen. Wir beſitzen außerdem monographiſche Arbeiten über dieſen Gegenſtand, von welchen vorzüglich die von Valentin in deſſen Repertorium. 1837. S. 250, dann die von Hannover in Müller's Archiv f. 1840. S. 320 zu nennen ſind. Die zahlreichen zum Theil ſich ſo ſehr widerſprechenden Arbeiten der letzten Jahre (von Ehrenberg, Treviranus, Gottſche, Remak, Bidder u. A.) über den Bau der Retina findet man in den anatomiſchen Handbüchern z. B. bei Krauſe S. 739, dann bei Henle S. 774 citirt. — 2) Man muß die Retina ſehr friſch, unmittelbar nach dem Tode unterſuchen und ich empfehle hierzu vorzüglich weiße Kaninchen, da hier die Pigmentablagerung von der Choroidea her nicht ſtört. Uebrigens iſt die gleichzeitige oder vorgängige Unterſuchung andrer Wirbelthiere, von Vögeln, Fröſchen und Fiſchen zu empfehlen, da hier manche Gebilde, wie z. B. die Stäbchenſchicht, größer und deutlicher entwickelt ſind. Als Leitfaden bei der ſchwierigen Unterſuchung iſt der angegebene Aufſatz von Hannover zu empfehlen. Jeder Druck iſt bei der Unterſuchung ſo viel als möglich zu vermeiden; man darf jedoch hier nicht zu ängſtlich ſeyn. Die Bedeckung mit einem ganz dünnen Glasblättchen wird oft recht gut vertragen. — 3) Endumbiegungsſchlingen der Primitivfaſern, welche im Labyrinth am Hörnerven ſo deutlich ſind (§. 307) habe ich, ſo wenig als Hannover, ſehen können; ſie ſind jedoch von Krauſe beſchrieben und von Valentin als ſehr wahrſcheinlich dargeſtellt worden. — 4) Ich bin der von Krauſe neuerdings angenommenen Terminologie gefolgt, welche ſehr zweckmäßig gewählt iſt. — 5) Ich glaube die Stäbchen der Retina zuerſt als eigne Gebilde beſchrieben zu haben. S. Burdach's Phyſiologie Bd. V. S. 143. Lange ſtritt man ſich, ob die Schicht nach innen, oder wie man jetzt allgemein richtig annimmt, nach außen von den Primitivfaſern liegt. Vergl. die zahlreichen Kontroverſen bei Henle S. 783. — 6) Valentin hält dieſe Zellen für identiſch mit den Ganglienkugeln und Hannover belegt ſie geradezu mit dem Namen Hirnzellen. Erſterer nimmt eine doppelte Schicht an; auf die Primitivfaſern folge zuerſt eine Schicht von Kernkugeln, worauf dann die innerſte blaſſe Kugelſchicht abgelagert ſey. Krauſe diſtinguirt noch mehr: „An der inneren Seite der Fibrillenſchicht liegt die Kügelchenſchicht (Stratum globulosum), eine Lage von weißen aber ſehr blaſſen und faſt durchſichtigen, fein granulirten, $\frac{1}{160}$‴ bis $\frac{1}{100}$‴ im Durchm. haltenden ſphäriſchen Körperchen oder Zellen, mit $\frac{1}{210}$‴ großen, zart granulirten Kernen; an der äußeren Seite der Fibrillenſchicht aber die Körnchenſchicht, Stratum granulosum, beſtehend aus weißgrauen, dunkleren, runden und rundlicheckigen Kernchen oder Zellen von $\frac{1}{250}$‴ bis $\frac{1}{210}$‴ Durchmeſſer mit mehr deutlichen, ſchärfer begrenzten Kernen von $\frac{1}{630}$‴ bis $\frac{1}{450}$‴ Durchmeſſer und Nucleolus; einige derſelben ſcheinen nur $\frac{1}{250}$‴ große Kerne ohne Zellen zu ſeyn. Sowohl dieſe Körnchen, als die Kügelchen der innerſten Schicht, ſind ſehr weich und werden durch Druck leicht zu einer formloſen, ſehr feinkörnigen Maſſe umgewandelt; wahrſcheinlich ſind ſie Ganglienkugeln.“ Krauſe a. a. O. S. 538. Mir war die Natur jener Zellenlage als Ganglienkörper ſehr zweifelhaft, ebenſo wie es mir die entſprechenden Gebilde im Labyrinth (§. 307) geblieben ſind. Viel mehr Gründe ſcheint mir die neue Anſicht von Henle für ſich zu haben, derſelbe ſagt a. a. O.: „Sind nun die wahren Kugeln oder Zellen der Retina den Ganglienkugeln identiſch und ſomit für weſentliche Theile der Nervenausbreitung zu halten? Dies ſcheint mir ſehr zweifelhaft. Mit den Ganglienkugeln haben ſie nur diejenigen Charaktere gemein, welche allen thieriſchen Zellen zukommen, ſie ſind aber in Form, Größe und chemiſchem Verhalten von denſelben ſehr verſchieden; viel ähnlicher ſind ſie den Zellen der äußeren Schichten der Kryſtalllinſe und dies brachte mich auf die Vermuthung, ob ſie nicht vielmehr zu den durchſichtigen Theilen des Auges gehören, eine Art Epithelium und Rete

Malpighii als Ueberzug der Nervenfaſern und zugleich als Stütze für ihre Entfaltung." ꝛc. Auf dieſe Weiſe würde dann ſehr naturgemäß die der mehr äußeren Kernkugelnſchicht (nach Valentin) entſprechende Lage den jüngeren, kernhaltigen Zellen der Epithelien entſprechen, die innere blaſſe Schicht dagegen mit den abgeplatteten, oberflächlichen Epithelialzellen zu vergleichen ſeyn. -- 7) Hier ſcheint mir die Beſchreibung von Krauſe am meiſten mit der Natur übereinzuſtimmen. Der gelbe Fleck bedarf noch einer ſorgfältigen Unterſuchung, wozu vorzüglich Affen, gleich nach dem Tode, zu empfehlen ſeyn dürften. Der gelbe Fleck kommt bekanntlich außer dem Menſchen nur bei den Affen noch vor und ſcheint mit der Convergens oder Parallele beider Augenaxen im Zuſammenhange zu ſtehen. Vergl. *Ammon* de genesi et usu maculae luteae in retina oculi humani obviae. Vimar. 1830. 4. Die zahlreichen älteren und neueren Beobachtungen ſind bei Krauſe a. a. O. S. 739 citirt.

§. 320.

Bei der Schwierigkeit, die funktionelle Bedeutung der einzelnen Lagen oder Schichten der Retina zu erklären, bleibt es von Intereſſe, ihren organiſchen Zuſammenhang mit den Centraltheilen des Nervenſyſtems (dem Gehirne) zu verfolgen und namentlich die früheſte Geneſis des Auges zu ſtudiren. Wir haben früher geſehen (§. 55) daß das Auge ſich durch Hervorſtülpung aus der mittleren (anfänglich vorderſten, dann zweiten) Hirnzelle bildet. Dies ſieht man in der That ſehr ſchön bei Hühnerembryonen am Schluß des zweiten Tages, etwa um die 48ſte und 50ſte Stunde der Bebrütung. Dieſe Bildungsſtufe geht ſehr raſch vorüber; der Embryo hat um dieſe Zeit eine Hammerform (Ic. physiol. Tab. XXII. fig. I. d'*); indem durch einen raſchen Bildungstrieb aus der Hirnzelle zu beiden Seiten koniſche Wölbungen entſtehen, welche die begrenzenden Rückenplatten nach außen treiben. Die äußeren gewölbten Theile bilden die Retinablaſe, welche ſich inwendig mit dem Glaskörper füllt, und ſich von der mittleren Hirnzelle (Tab. XXII. fig. II. B. c) abſchnürt; zwiſchen beiden zieht ſich der Sehnerve aus, der noch eine hohle, mit Hirn- und Augenblaſe offen kommunizirende Röhre iſt und noch im Fötus bei Menſchen und Thieren lange Zeit hohl bleibt. Später rücken die Augen nach den Seiten und beide Sehnerven verbinden ſich im Chiasma (Tab. XXVIII. fig. I), welches eigentlich als Grenze zwiſchen Hirn- und Augentheil daſteht. Während der hiſtologiſchen Metamorphoſe füllen ſich Chiasma und Sehnerve mit Primitivfaſern, welche, zu Bündeln vereinigt, ſich hier (Tab. XXVIII. fig. II) theilweiſe kreuzen, ſo daß ein Theil derſelben vom linken Auge zum rechten Sehſtreifen und Sehhügel und umgekehrt zu verfolgen iſt, wodurch ſich die ſpäter zu beſchreibenden phyſiologiſchen Wirkungen übers Kreuz, die ſo häufig bei den Centraltheilen vorkommen, erklären laſſen. Im Chiasma fehlen alle Ganglienkugeln und es iſt daher um ſo unwahrſcheinlicher, daß ſich ſolche auf der peripheriſchen Ausbreitung des Nerven (der Retina) entwickeln ſollen, namentlich weil auch in den Endigungen der Sinnesnerven (wie wir früher geſehen) nirgends Ganglienkugeln mit Sicherheit nachge-

wieſen worden ſind. Die Fibrillenſchicht müſſen wir, nach allgemeiner Analogie, als Leitungsapparat betrachten. Sie iſt ſo ausgebreitet, daß jede einzelne Faſer in ihrer ganzen Continuität, nicht blos an ihrem Ende, einen Lichteindruck erhalten kann. Dieſe Lichteindrücke müſſen nach dem anatomiſchen Bau durch direkte Lichtſtrahlen hervorgerufen werden, welche von dem Glaskörper aus durch die Zellenſchicht auf die Primitivfaſern fallen. Wo dieſe letzteren von den Ausbreitungen der Gefäße bedeckt werden, findet kein deutlicher Eindruck ſtatt [1]). Unſtreitig hat auch die nirgends fehlende Stäbchenſchicht einen ſehr wichtigen Einfluß, über den wir aber nur Vermuthungen haben können. Daß die Stäbchen ſelbſt ein ſenſibler Nervenapparat ſeyen, iſt ſehr unwahrſcheinlich; denn dieſelben ſtehen in keinem anatomiſchen Zuſammenhang mit den Primitivfaſern [2]); auch ſpricht es gegen alle Analogie, wenn wir eine ganz eigenthümliche, ſonſt nirgends vorkommende, von der übrigen bekannten Nervenſubſtanz durchaus verſchiedene Bildung allein im Auge annehmen wollten. Vielmehr ſcheint der Bau der Stäbchenſchicht dafür zu ſprechen, daß ſelbige ein eigner optiſcher (dioptriſcher?) Apparat iſt, welcher mit der feinſten Perzeption der Lichtwellen im Zuſammenhange ſteht — vielleicht ein Reflexionsapparat, beſtimmt, den Primitivfaſern ſehr feine und iſolirte Eindrücke zuzuführen (ähnlich wie die Hörkryſtalle im Labyrinth) und auf die Qualität der Bilder zu influiren, vielleicht auch die Unterſcheidung der Farben zu vermitteln [3]). Dafür ſpricht auch die Anweſenheit der Stäbchen am gelben Fleck (an welcher Stelle wir am beſten ſehen) und ihre wallartige Umgürtung von den Primitivfaſern. Auf der Integrität der Retina beruht die Perzeption der Bilder, iſt dieſelbe dynamiſch oder materiell alienirt, in Folge des Ausfluſſes der Glasfeuchtigkeit in ihrer normalen Ausſpannung zerſtört, oder vom Sehnerven getrennt (§. 346) ꝛc. ſo tritt die Amauroſe, d. h. Blindheit durch Lähmung des Nervenapparats ein [4]).

1) Vergl. hierüber ſpäter die Beobachtungen über die Lichtfigur im Auge (§. 340). — 2) Nach den von Treviranus, Henle u. A. aufgeſtellten, zuerſt vielfach angenommenen, jetzt aber allgemein verlaſſenen Angaben ſollten ſich die Primitivfaſern unmittelbar in die Stäbchen umbiegen, und die Enden der Stäbchen wurden als Papillen der Nervenprimitivfaſern betrachtet. — 3) hypothetiſche Anſichten, welche ſpäter bei der Analyſe der Sehphänomene wieder zur Sprache kommen werden. — 4) Leider geben uns die bisher bekannten Sektionsreſultate amaurotiſcher Augen, wegen Mangel an mikroſkopiſchem Detail, noch gar keine Anhaltspunkte und doch wären dieſe pathologiſchen Thatſachen von großer Wichtigkeit für die Erklärung der phyſiologiſchen Bedeutung der verſchiedenen Schichten der Retina.

§. 321.

Die Aderhaut (**Tunica choroidea**) des Auges iſt eine dünne, aber faſt ganz aus Gefäßnetzen (**Ic. physiol. Tab. XX. fig. XI**) beſtehende Membran, auf deren innerer Oberfläche, ſowie an der hinteren Fläche der Iris,

eine intenſiv ſchwarz gefärbte Pigmentſchicht erſcheint. Dieſe beſteht aus drei-, vier- und ſechseckigen oder polygonalen Zellen, welche den Zellentypus ſehr ſchön erkennen laſſen. Sie enthalten im Centrum einen hellen Kern, in der Peripherie eine höchſt zarte Membran und ſind im Innern mit ganz dunklen Molekeln als Zelleninhalt gefüllt. Wo das ſchwarze Pigment fehlt, wie bei den leukäthiopiſchen Menſchen und Thieren, finden ſich nur ganz zarte, durchſichtige Zellen ohne Pigmentmolekeln. Solche Kakerlaken haben rothe Pupillen, weil hier keine Aufſaugung der Lichtſtrahlen ſtattfindet und deshalb das Auge inwendig ſo erleuchtet iſt, daß man die Gefäßnetze der Aderhaut, der Netzhaut und Iris durchſchimmern ſieht. Individuen der Art ſind lichtſcheu, ſehen nur bei matter Beleuchtung, in der Dämmerung, weil ſie von den Lichtſtrahlen geblendet werden, die von allen Seiten der inneren Fläche des Bulbus zurückgeworfen werden. Das ſchwarze Pigment hat den Zweck, die reflektirten Lichtſtrahlen zu abſorbiren und zu verhüten, daß dieſelben nicht zum zweiten Male auf die Nervenhaut geworfen werden und dadurch die Bilder auf derſelben ſtören. Wir bedienen uns auf gleiche Weiſe der ſchwarzen Pigmente, zum Beſtreichen der inneren Wände und Blendungsringe optiſcher Inſtrumente. Der große Reichthum von Gefäßen dient wohl zur Abſcheidung des Pigments, theils hat er vielleicht den Zweck, die Temperatur des Auges anſehnlich und gleichmäßig zu erhalten, welche daſſelbe als ein ſo nervenreiches Organ bedarf.

§. 322.

Die äußeren Theile des Auges, Augenbraunen und Augenlider mit der Bindehaut, ſind Schutzapparate, welche nicht ohne Einfluß auf das Sehen ſind. Die Augenbraunen, auf bogenförmigen Hervorragungen ſitzend, beſchatten das Auge von oben gegen die meiſt von hieraus intenſiv einfallenden Lichtſtrahlen, hindern das Abfließen von Schweiß, das Einfallen von Staubtheilchen ꝛc. Denſelben Zweck, den Augapfel vor äußeren Schädlichkeiten zu hüten, namentlich während des Schlafes, die Einwirkungen der Lichtſtrahlen zu mäßigen ꝛc. haben unſtreitig auch die mit einem ringförmigen Schließmuskel verſehenen Augenlider.

Eine möglichſt vollſtändige Zuſammenſtellung der teleologiſchen Verhältniſſe der Schutztheile und der einzelnen Abtheilungen des Auges überhaupt, findet man bei Arnold Lehrb. der Phyſiol. §. 695 u. ff.

Dioptrik und Mechanik des menſchlichen Auges.

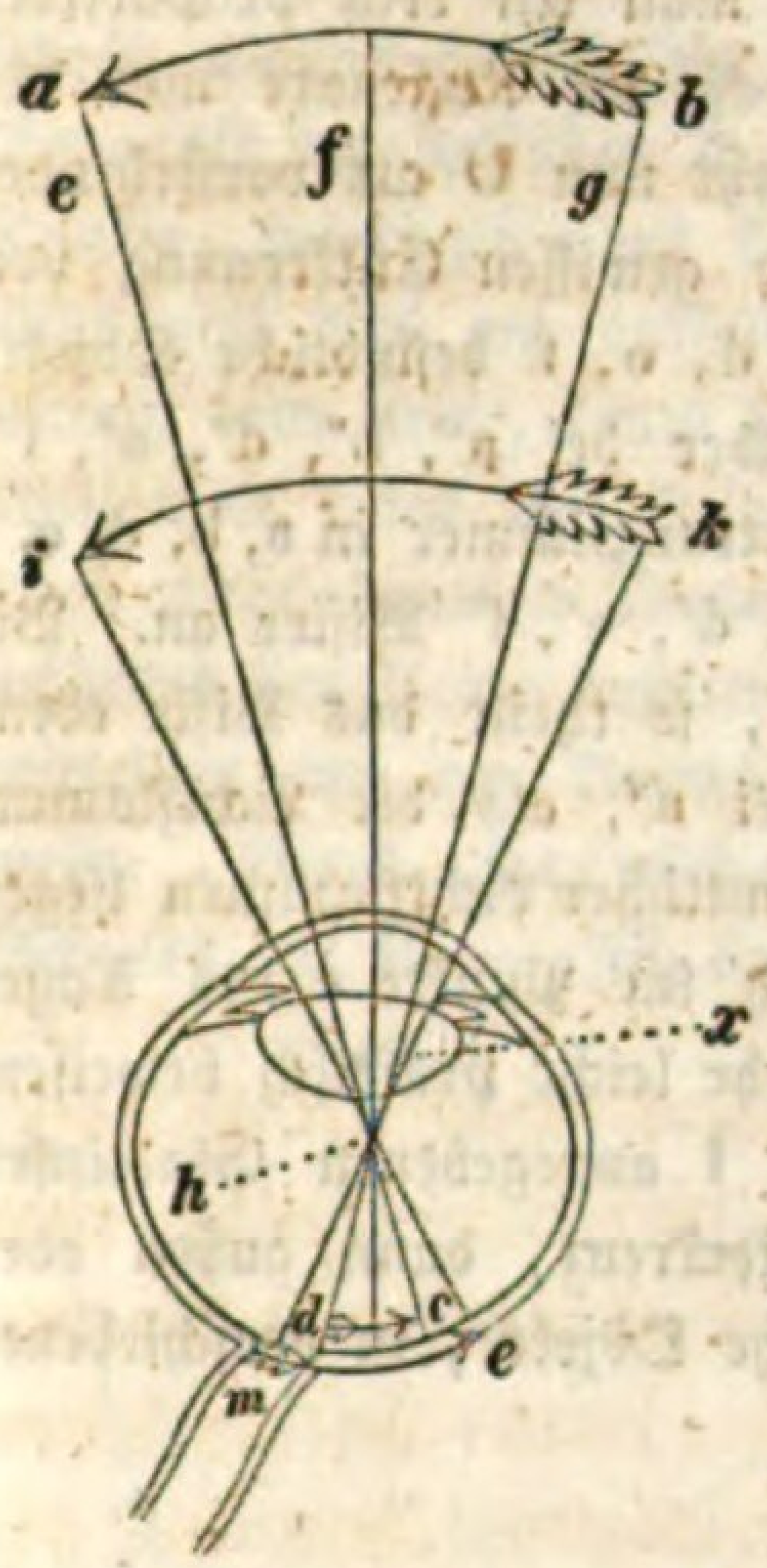
§. 323.

Lichtſtrahlen, welche durch das Auge zur Netzhaut treten und hier ſich vereinigen ſollen, müſſen durch alle jene in früheren Paragraphen beſchrie-

benen kollektiven dioptriſchen Medien hindurchdringen. Die Brechbarkeit dieſer Medien iſt verſchieden nach ihrer Form, Struktur und chemiſchen Beſchaffenheit [1]. Dieſe durchſichtigen Medien, welche man Augenflüſſigkeiten, **humores oculi**, zu nennen pflegt, bedingen vorzüglich die Form des Augapfels. Dieſelbe iſt nicht nur bei den verſchiedenen Thieren (§. 314), ſondern auch bei verſchiedenen menſchlichen Individuen verſchieden. Im Allgemeinen hat jedoch der Augapfel beim Menſchen die Form eines vorne nicht geſchloſſenen Ellipſoids, an welches vorne ein kleines Segment einer Kugel angeſetzt iſt. Der Durchmeſſer von vorne nach hinten, vom Mittelpunkt der Vorderfläche der Hornhaut, zugleich die optiſche Axe, fällt durch den gelben Fleck der Netzhaut, etwas zur äußeren Seite des Sehnerven (in der Richtung des Lichtkegels **A. fig. VIII. Tab. XXVIII.** der **Ic. physiol.**) auf den Mittelpunkt der hinteren Wölbung des Augapfels. Dieſe äußere oder optiſche Axe des Augapfels mißt durchſchnittlich 10½ bis 11 Linien und unterſcheidet ſich von der Sehnervenaxe, welche vom äußeren Drittheil der Hornhaut zum Mittelpunkt der Eintrittsſtelle des Sehnerven ſich erſtreckt und ſich mit der optiſchen Axe unter einem Winkel von 20° kreuzt [2]. Das Auge, in ſeinem gewöhnlichen Zuſtande, iſt ſtets ſo gebaut, daß die vorne auf die Hornhaut treffenden, von einem Punkt ausgehenden, kegelförmig divergirenden Lichtſtrahlen (**Tab. XXVIII. fig. VIII. A**) konvergirend der hintern Wand zugeführt werden und hier auf der Retina ihren Brennpunkt haben. Nur der mittelſte Strahl oder der Axenſtrahl (A') geht nach den Geſetzen der Dioptrik ungebrochen hindurch; alle anderen Strahlen von dieſen Punkten werden dem mittleren oder Axenſtrahle zugelenkt. Dieſe Strahlen (**fig. VIII**) werden von den Medien des Auges in verſchiedener Weiſe gebrochen, je nach dem Unterſchiede derſelben von der Dichtigkeit der Luft und je nach ihrer Konvexität. Zuerſt werden ſie von der Hornhaut (e), von der **Membrana humoris aquei** (i) und der wäſſerigen Feuchtigkeit ſelbſt, dann vorzüglich von der in ihrer Subſtanz ungleich dichten Linſe (§. 317), zuletzt vom Glaskörper gebrochen und treffen dann, bei einer richtigen Stellung der Netzhaut zur Linſe, da zuſammen, wo ſie als Punkte, dem Ausgangspunkte der Netzhaut entſprechend, empfunden werden (**fig. VIII**).

1) Wir beſitzen verſchiedene Meſſungen über das Brechungsvermögen der durchſichtigen Theile des Auges. Vergl. darüber eine Zuſammenſtellung bei Weber in Hildebrandt's Anatomie Bd. IV. S. 103. Nach Brewſter wird die brechende Kraft der Luft = 1,000, die des reinen Waſſers zu 1,3358 geſetzt. Die Zahlen der Augenflüſſigkeit ſtellen ſich dann beim Menſchen nach Brewſter folgendermaßen: Hornhaut 1,386; wäſſerige Feuchtigkeit 1,3366; ganze Linſe 1,3839; äußere Lage der Linſe 1,3767; mittlere Lage 1,3786; Kern der Linſe 1,3999 (nach Young 1,4025); Glaskörper 1,3394. — 2) Ich bin hier Krauſe gefolgt, welcher genaue Meſſungen angeſtellt hat. Vergl. deſſen Handb. der Anat. 2te Aufl. S. 520. — Vergl. auch deſſen ältere, mit Abbildung begleitete ausführliche Abhandlung über den Bau und die Dimenſionen des menſchlichen Auges in Meckel's Archiv. Jahrg. 1832. S. 86.

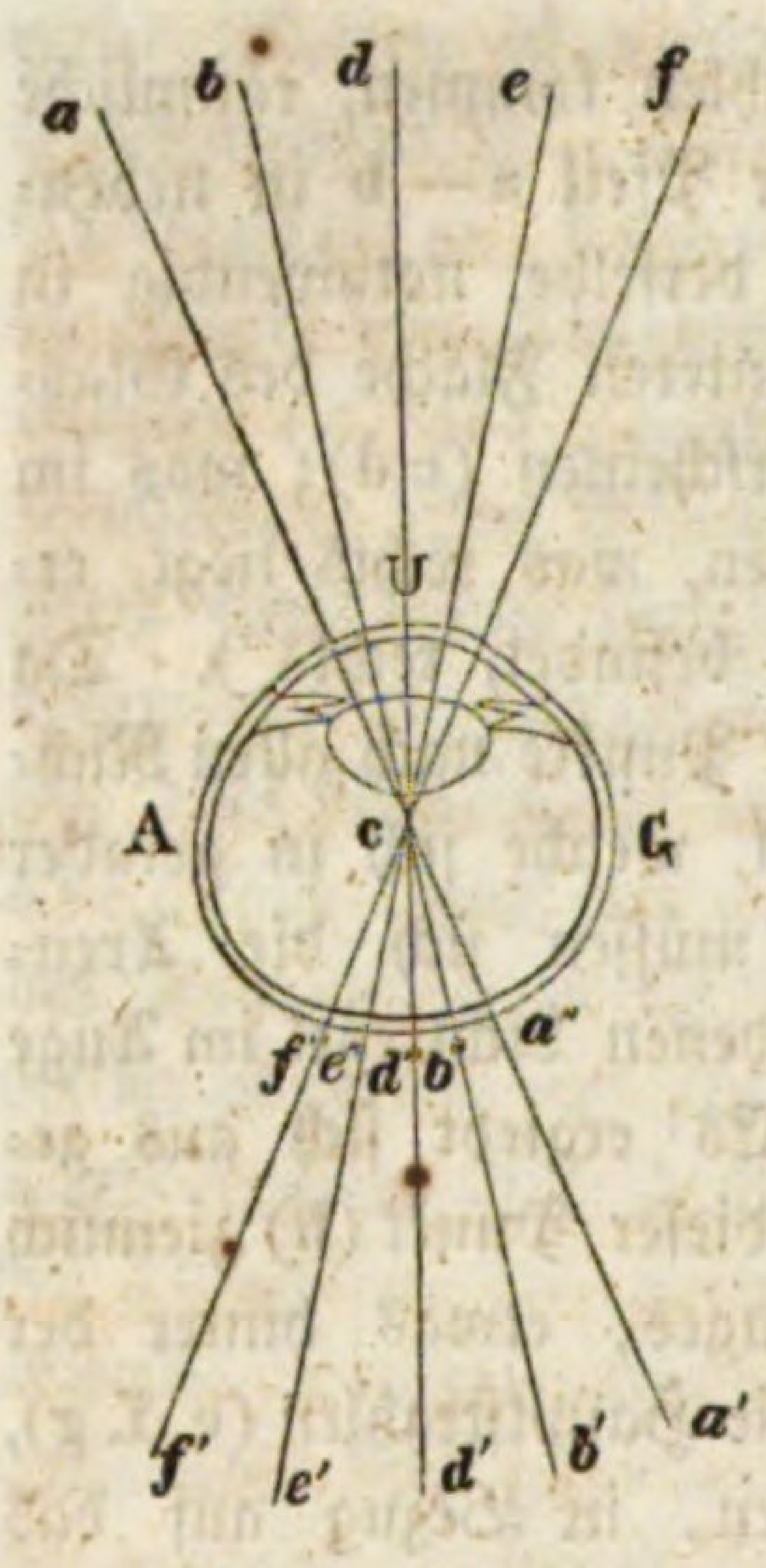
§. 324.



Hat der Gegenſtand, von welchem die Lichtſtrahlen kommen, räumliche Ausdehnung (wie z. B. der Pfeil a—b in nebenſtehender Figur), ſo wird derſelbe nothwendig in umgekehrter Lage auf der hinteren Fläche des Glaskörpers oder der Netzhaut erſcheinen (c d); was im Objekt oben iſt, erſcheint unten, was rechts liegt, erſcheint links, was ſich links befindet, rechts [1]). Da das Objekt von jedem ſeiner Punkte nach allen Richtungen Lichtſtrahlen ausſendet, welche ſich in gerader Richtung fortpflanzen, ſo müſſen ſich die Axenſtrahlen (e, f, g) der verſchiedenen Lichtkegel im Auge in einem Punkte kreuzen. Es ergiebt ſich aus genauen Beobachtungen, daß dieſer Punkt (h) ziemlich nahe dem Centrum des Auges, etwas hinter der Linſe (x) liegt. Man kann die Hauptſtrahlen (e, f, g), welche vom Objekt ausgehen, in Bezug auf das Auge Richtungsſtrahlen nennen, weil jeder Haupt- oder Axenſtrahl eines Lichtkegels die Richtung der übrigen beſtimmt, um im Focus des Netzhautbildchens zuſammenzutreffen. Der Punkt, in welchem die Strahlen ſich ſcheiden müſſen, wenn ein klares Bild entſtehen ſoll, heißt der Kreuzungspunkt (h) [2]). Die Lokalität dieſes Punktes iſt mit Hülfe des Geſichtswinkelmeſſers beſtimmbar; er liegt etwas hinter der Kryſtalllinſe (x), ziemlich nahe dem Centrum des Auges. Die ſich kreuzenden Axenſtrahlen zweier Objektspunkte ſchließen einen Winkel ein (a h b für das Objekt a b; i k h für das Objekt i k), welchen man den Sehwinkel nennt. Dieſer Winkel wird kleiner mit der größeren Entfernung der beiden Objektspunkte vom Auge und das Netzhautbildchen wird in demſelben Maaße kleiner. Der Pfeil i k iſt dem Auge noch einmal ſo nahe, als der Pfeil a b, daher iſt auch der Sehwinkel i h k doppelt ſo groß; was auch von den entſprechenden Netzhautbildern gilt. Daher geben verſchieden große Gegenſtände in verſchiedener Entfernung, welche aber gleiche Geſichtswinkel haben, auch gleich große Netzhautbilder [3]).

1) Von dieſer Verkehrtlage kann man ſich ſehr leicht überzeugen, wenn man das pigmentloſe Auge eines weißen Kaninchens herauspräparirt, den Bulbus von Fett und Muskeln reinigt und daſſelbe mit der Hornhaut nach vorne gegen das Fenſterkreuz hält; es erſcheinen die gegenüberſtehenden Gegenſtände als Häuſer, Bäume ꝛc. verkehrt in einem ſehr zierlichen kleinen Bilde auf der hinteren Wand des durchſcheinenden Auges. Nimmt man eine einfache oder doppelte Glaslinſe, eine Loupe, ſo kann man das verkehrte Bildchen, welches die Objekte, durch die Linſe gebrochen, formiren, auf einem Blatt Papier ꝛc. auffangen. — 2) Volkmann a. a. O. hat ſehr ſinnreiche Verſuche über den Stand des Netzhautbildchens angeſtellt und den Kreuzungspunkt dadurch be-

ſtimmt. a. a. O. S. 24. Einer dieſer leicht anzuſtellenden Verſuche iſt folgender: Auf einer horizontalen Tafel zieht man durch einen Punkt c mehrere gerade ſich kreuzende Linien a a′, b b′, d d′, e e′, f f′. Auf den Punkt c ſetzt man ein rein präparirtes Kaninchenauge A U G, ſo daß die Augenaxe mit der Linie d d′ zuſammenfällt. Steht nun U als vorſtehender Punkt der Hornhaut, in einer gewiſſen Entfernung von c, ſo formiren dann in a, b, d, e, f befindliche Objekte ihre entſprechenden Netzhautbilder bei a″, b″, d″, e″, f″. Man bringe nun, bei verfinſtertem Zimmer in a, b, d, e, f angezündete Lichter, bei a′, b′, d′, e′, f′ Viſire an. Viſirt man dann von a′ nach a, ſo theilt das Viſir ebenſowohl das Netzhautbildchen bei a″, als die Lichtflamme bei a. Die Netzhautbilder ſämmtlicher Lichtflammen liegen in geraden Linien, welche ſich im Punkte c des Auges kreuzen. — 3) Dies läßt ſich ſehr leicht praktiſch beweiſen, wenn man mittelſt der Anm. 1 angegebenen Glaslinſen oder Kaninchenaugen das Fenſterkreuz, dann außen oder inwendig vom Fenſter befindliche Objekte, in verſchiedener Entfernung auffängt.

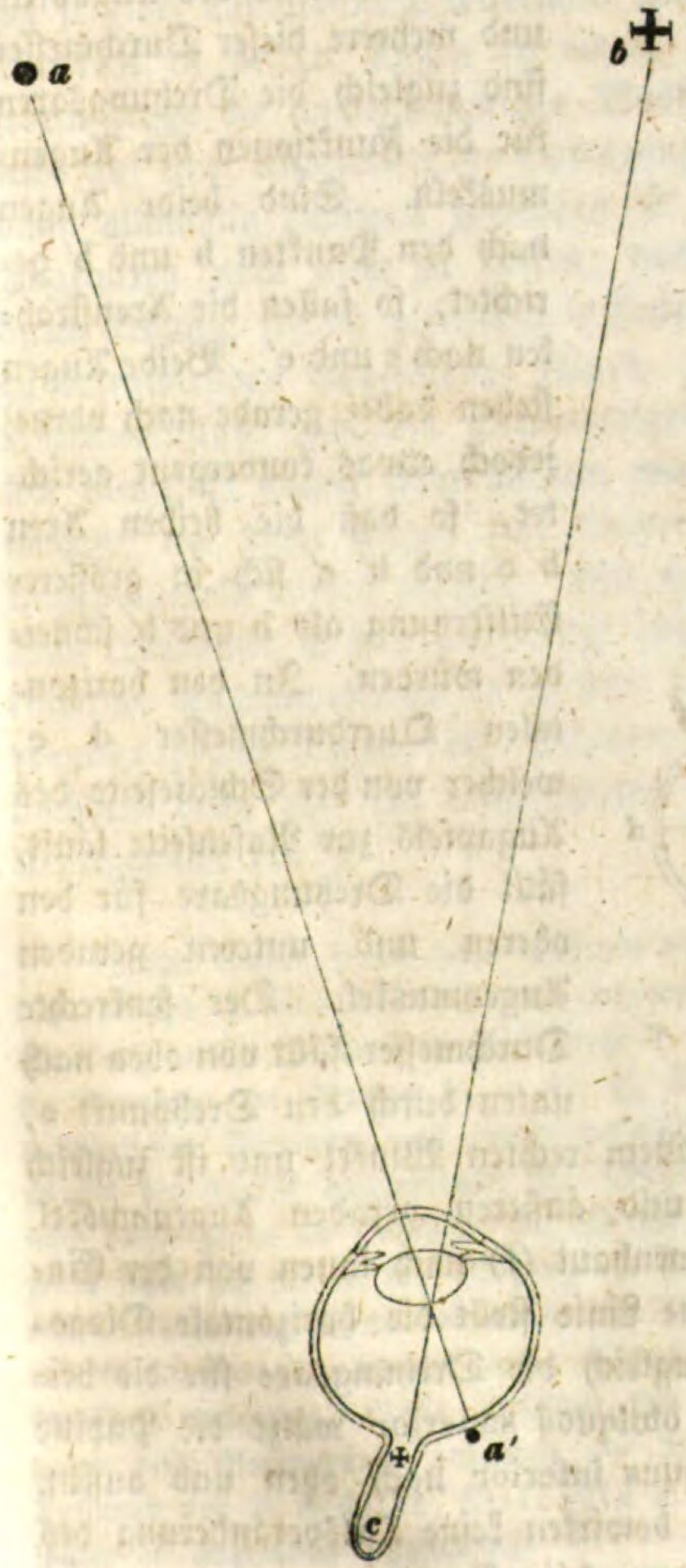


§. 325.

Alle durch die dioptriſchen Medien auf die Netzhaut fallenden Bilder werden auch als ſolche wahrgenommen, aber nicht mit gleicher Deutlichkeit. Die Bilder werden um ſo undeutlicher, je entfernter ſie von der Stelle der Netzhaut fallen, durch welche die optiſche Axe geht (§. 322. Ic. physiol. Tab. XXVIII. fig. VIII). Dieſe Stelle entſpricht ziemlich genau dem gelben Fleck [1]). Ob der Grund des Deutlicherſehens in der eigenthümlichen Struktur der Netzhaut an dieſer Stelle liegt, oder vielmehr darinnen, daß bei dem gewöhnlichen Stand beider Augen deren Axen ſo auf die Objekte gerichtet werden, daß der Hauptſtrahl der Bilder durch den Mittelpunkt der Linſe fällt, bleibt zweifelhaft. Doch iſt letzteres wahrſcheinlicher [2]). Da nämlich die Strahlen eines Lichtkegels, welche durch den Rand der Linſe fallen, vermöge deren verſchiedenen Dichtigkeit und Abweichung von der Kugelgeſtalt (§. 317), eine andere Brechung erleiden, als die durch den Mittelpunkt fallenden, ſich dann auch nicht an demſelben Punkte vereinigen, wie letztere, ſo entſtehen Zerſtreuungskreiſe und dadurch undeutliche Bilder. Man ſieht daher eigentlich immer nur einen Punkt eines Gegenſtandes am beſten und es finden immer einige Bewegungen der Augen ſtatt, wenn man andere Punkte des Objekts eben ſo genau ſehen will, und will man einen Gegenſtand im Detail betrachten, ſo bewegt man die Augenaxen über denſelben, z. B. bei einem Gemälde auf deſſen ganzer Oberfläche umher und nimmt auf dieſe Weiſe von allen oder den meiſten Punkten des Gegenſtandes Axenſtrahlen auf. Auf einer umſchriebenen Stelle, welche der Eintrittsſtelle des Sehnerven oder wenigſtens

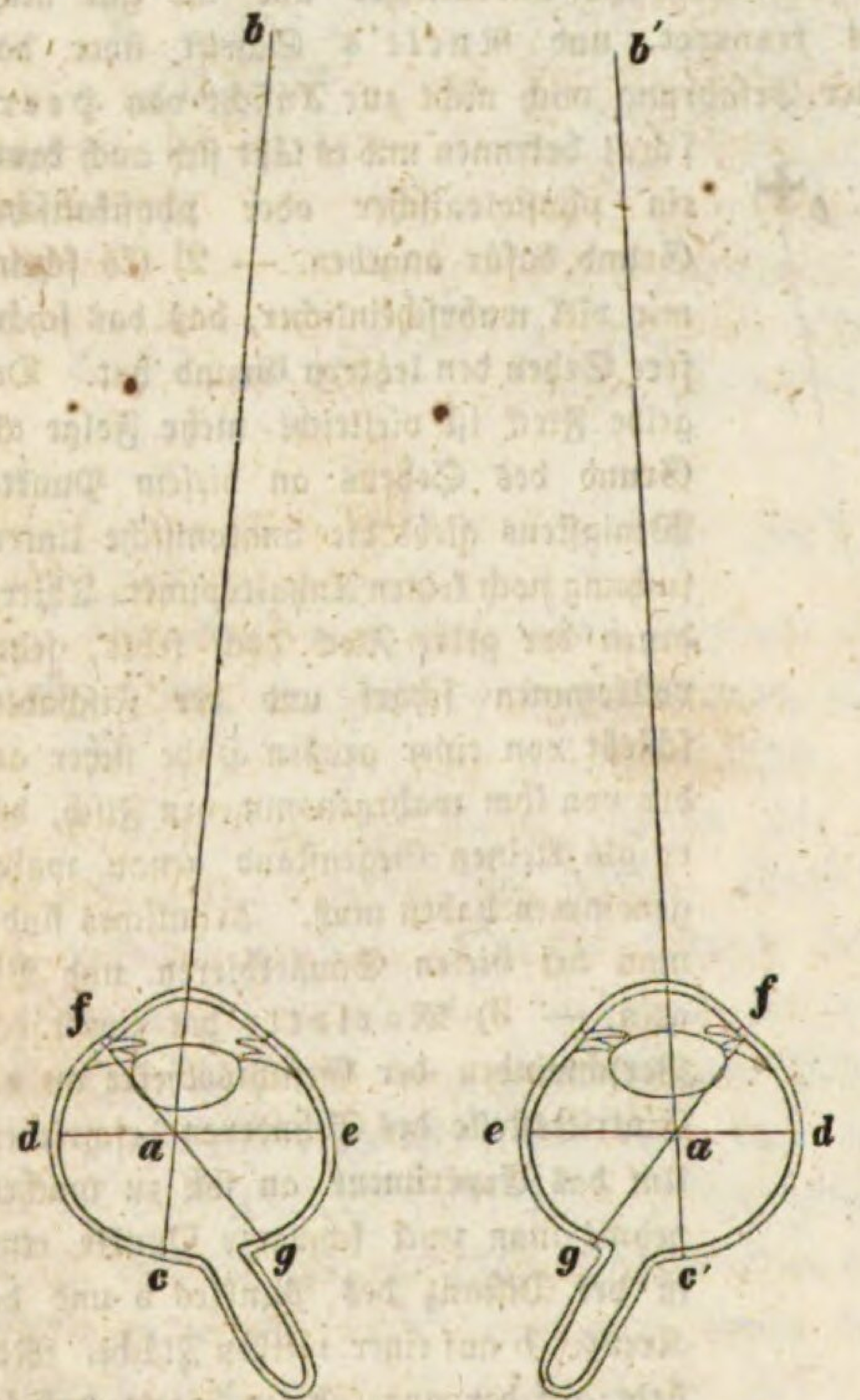
deren Mittelpunkt, wo die **Arteria centralis retinae** hindurchtritt, entſpricht, ſehen wir gar nicht [3]).

1) Nach einer Beobachtung von Herrſchel und anderer Aſtronomen ſieht man jedoch, wenigſtens bei ſehr entfernt liegenden Gegenſtänden, nicht unmittelbar auf dem Endpunkt der optiſchen Axe am genaueſten, ſondern auf einem ihm zunächſt liegenden Punkte, innerhalb eines kleinen Kreiſes, welcher den optiſchen Mittelpunkt umſchreibt. Man ſoll dies am auffallendſten bemerken, wenn man bei ſternhellem Himmel einen Stern, dem kleine, kaum ſichtbare Sterne nahe liegen, zu dieſem Experimente auswählt. Will man einen der kleinen Sterne deutlicher ſehen, ſo muß man die Sehaxen auf einen nahe daneben liegenden Stern richten; dabei verdunkelt ſich der letztere etwas, während der kleine dunklere deutlich hervortritt. Richtet man aber die Sehaxen unmittelbar auf den kleinen Stern, ſo ſieht man ihn undeutlicher und oft gar nicht mehr. Vergl. Herrſchel in Philos. transact. und Ruete's Schrift über das Schielen. S. 9. — Ich kann nach eigner Erfahrung mich nicht zur Anſicht von Herrſchel bekennen und es läßt ſich auch kaum ein phyſiologiſcher oder phyſikaliſcher Grund dafür angeben. — 2) Es ſcheint mir viel wahrſcheinlicher, daß das ſchärfere Sehen den letztern Grund hat. Der gelbe Fleck iſt vielleicht mehr Folge als Grund des Sehens an dieſem Punkte. Wenigſtens giebt die anatomiſche Unterſuchung noch keinen Anhaltspunkt. Thiere, denen der gelbe Fleck doch fehlt, ſehen vollkommen ſcharf und der Fiſchadler ſchießt von einer großen Höhe ſicher auf den von ihm wahrgenommenen Fiſch, den er als kleinen Gegenſtand genau wahrgenommen haben muß. Aehnliches findet man bei vielen Säugethieren und Vögeln. — 3) Mariotte hat zuerſt das Verſchwinden der Geſichtsobjekte an der Eintrittsſtelle des Sehnerven beſchrieben. Um das Experiment an ſich zu machen, nehme man zwei ſchwarze Punkte etwa in der Diſtanz des Punktes a und des Kreuzes b auf einer weißen Fläche. Man ſieht auf der angeführten Figur, daß im rechten Auge der Punkt a auf den Endpunkt der Augenaxe a′ fällt, während das Kreuz b nach der Mitte des Sehnerveneintritts (da wo ſich Art. und Vena centralis retinae befinden) zu gebrochen wird. Schließt man nun das linke Auge und fixirt mit dem rechten die beiden Punkte a b in der gewöhnlichen Sehweite, vorzugsweiſe aber den linken Punkt a, ſo verſchwindet das Kreuz b im Augenblick, wo der von ihm ausgehende Lichtkegel die Mitte des Sehnerven c trifft.



§. 326.

Ueberall, wo das Auge auf die Wahrnehmung von äußeren Objekten gerichtet iſt, iſt die Bewegung deſſelben für das Sehen von größter Wichtigkeit. Da wir beim Fixiren von Gegenſtänden dieſe in den Kreuzungspunkt der verlängerten Sehaxen bringen, ſo bewegen wir nothwendig den Augapfel beim Umherblicken und Betrachten des Details der Gegenſtände nach beſtimmten Geſetzen. Man hat nun gefunden, daß bei dieſen Bewegungen der Augapfel ſich genau um einen Punkt dreht und dieſer Drehpunkt des Auges bleibt ſtets unverrückt auf ſeiner Stelle; er iſt zugleich der Kreuzungspunkt der Richtungsſtrahlen und Sehſtrahlen (§. 324).



In dieſem Punkte (a) der beiſtehenden Figur ſchneiden ſich alle Durchmeſſer des Augapfels und mehrere dieſer Durchmeſſer ſind zugleich die Drehungsaxen für die Funktionen der Augenmuskeln. Sind beide Augen nach den Punkten b und b′ gerichtet, ſo fallen die Axenſtrahlen nach c und c′. Beide Augen ſtehen dabei gerade nach vorne, jedoch etwas konvergent gerichtet, ſo daß die beiden Axen b c und b′ c′ ſich in größerer Entfernung als b und b′ ſchneiden würden. In den horizontalen Querdurchmeſſer d e, welcher von der Schläfeſeite des Augapfels zur Naſenſeite läuft, fällt die Drehungsaxe für den oberen und unteren geraden Augenmuskel. Der ſenkrechte Durchmeſſer fällt von oben nach unten durch den Drehpunkt a, ſchneidet den Querdurchmeſſer unter einem rechten Winkel und iſt zugleich die Drehungsaxe für den inneren und äußeren geraden Augenmuskel. Eine von dem äußeren Rande der Hornhaut (f) nach innen von der Eintrittsſtelle des Sehnerven (g) gezogene Linie ſtellt die horizontale Diagonalaxe des Augapfels dar und iſt zugleich die Drehungsaxe für die beiden ſchiefen Augenmuskeln. Der **M. obliquus superior** wälzt die Pupille nach unten und außen, der **M. obliquus inferior** nach oben und außen. Die Bewegungen aller Augenmuskeln bewirken keine Ortsveränderung des Augapfels, ſondern nur eine Drehung um ſeine Axen.

Vergl. über den Drehungspunkt Volkmann a. a. O. S. 34. Ueber die Wirkungen der Augenmuskeln und die Axendrehung des Auges vorzüglich die Schrift von Hueck: Die Axendrehung des Auges. Dorpat 1838. 4. Mit Kpfrn. Dann auch Ruete's angeführte Schrift S. 10 u. ff. wo ſich eine genaue Kritik der beſtehenden Anſichten über die Wirkung der Augenmuskeln findet und eine eigenthümliche, auf Erfahrungen gegründete Darſtellung gegeben wird. Ich bin in dieſem und dem folgenden Paragraphen vorzüglich Ruete gefolgt. Begreiflicher Weiſe iſt die genaue Kenntniß der Wirkungsweiſe der verſchiedenen Augenmuskeln wie ſie iſolirt und im Zuſammenhang thätig ſind, von großer Wichtigkeit für die Durchſchneidung derſelben beim Schielen. Vergl. hierüber die angewandte Phyſiologie.

§. 327.

Um die im vorigen Paragraphen beſchriebenen Axen dreht ſich das Auge bei je zwei antagoniſtiſch wirkenden Muskeln. Beim Sehen ſtehen nun die Muskeln in beiden Augen in einem merkwürdigen Conſenſus, indem an jedem Auge die ungleichnamigen Muskeln in Thätigkeit treten. Dies beruht auf einer Aſſociation der Bewegungen durch den Willenseinfluß, welche dann allmählig habituell geworden iſt. Neugeborene Kinder vermögen ihre Augenaxen noch nicht zu fixiren; das Auge lernt dieſe Bewegungen erſt durch Uebung, freilich gleichſam inſtinktmäßig, indem beide Augen ſtets dem zu betrachtenden Gegenſtande folgen. Später kann man durch intenſiven Willenseinfluß leicht die gleichnamigen Augenmuskeln wirken laſſen, wie wir dies z. B. immer thun müſſen, wenn wir ſehr nahe Gegenſtände fixiren wollen, wo beide Augen ſehr konvergent ſtehen und die beiden inneren Augenmuskeln wirken müſſen. Wir ſchielen dann willkürlich nach innen[1]). Das krankhafte Schielen erfolgt immer durch ein abnormes Uebergewicht einzelner Augenmuskeln; es entſteht daher ein **Strabismus convergens, divergens** beider Augen, ein Schielen des einen Auges nach außen ꝛc., je nachdem beide oder ein entſprechender gerader Augenmuskel ein krankhaftes Uebergewicht hat[2]).

1) Wir können jedoch beide Sehaxen nicht durch einen Willensakt divergent ſtellen. Dies erklärt J. Müller aus der angeborenen Tendenz zur Mitbewegung derjenigen Muskeln, welche gleichnamige Aeſte vom N. oculomotorius erhalten. Richtiger erſcheint die Annahme von Ruete (a. a. O. S. 37) zu ſeyn, welcher die Unmöglichkeit der willkürlichen Divergenz aus einem natürlichen Uebergewicht des Recti interni erklärt, welcher der ſtärkſte Augenmuskel iſt. Derſelbe ſetzt ſich zu dieſem Endzweck auch weiter nach vorne gegen die Hornhaut an, als der überdies ſchwächere Rectus externus; gleichzeitig ſetzen ſich die bei der Drehung der Pupille nach innen zugleich mit thätigen inneren Portionen der Rectus superior und inferior ebenfalls mehr nach vorne an. Es erklärt ſich hieraus vielleicht auch, warum der Strabismus convergens am häufigſten krankhaft vorkommt. Beide Anſichten ſind jedoch nur hypothetiſch und es laſſen ſich gegen beide Gegengründe anführen. — 2) Vergl. hierüber Ruete a. a. O., wo die Anſichten von J. Müller, Valentin u. A. beſprochen werden. Vergl. hierüber auch ſpäter die allgemeine Phyſiologie.

§. 328.

Wirken alle vier geraden Muskeln zuſammen, ſo wälzen ſie den Augapfel nicht um ſeine Axe, ſondern ſie ziehen denſelben in die Augenhöhle zurück. Jeder Muskel, iſolirt wirkend, wälzt die Pupille nach ſeiner Seite, durch Axendrehung; zwei benachbarte gerade Muskeln ziehen die Pupille nach einer Linie, welche in den Winkel der ſich kreuzenden Axen fällt. Wirkt der obere ſchiefe Augenmuskel, ſo zieht er den hinteren und oberen Theil des Augapfels nach vorne und innen, wodurch die Pupille das Segment eines kleinen Kreiſes, in der Richtung nach unten und außen beſchreibt. Der untere ſchiefe Augenmuskel rollt den Augapfel nach unten und innen und bewegt dadurch die Pupille auf einem andern Segmente deſſelben kleinen Kreiſes nach oben und außen. Jeder ſchiefe Muskel, (namentlich der obere) zieht zugleich das Auge etwas aus der Augenhöhle hervor. Wirken daher beide zugleich, ſo wird das Auge nicht um ſeine Axe gedreht, ſondern hervorgezogen, wodurch alſo eine antagoniſtiſche Bewegung gegen die Zuſammenwirkung der vier geraden Muskeln entſteht. Zugleich wird auch der Augapfel der inneren Augenhöhlenwand etwas genähert. Begreiflicher Weiſe können ſich die Wirkungen einzelner gerader Augenmuskeln mit denen der ſchiefen kombiniren. Soll z. B. die Pupille ſtark nach oben und außen, oder nach unten und außen gezogen werden, ſo muß der äußere gerade Augenmuskel mitwirken, und die Pupille bewegt ſich dann nicht mehr in einem kleinen Kreiſe, ſondern in einer Ellipſe, deren Diagonale in die Richtung zwiſchen der Wirkung des **Obliquus superior** und **Rectus externus** fällt, wenn die Pupille nach oben und außen gewälzt wird, oder, bei der Wälzung nach unten und außen, in die Richtung zwiſchen die Wirkung des **Rectus externus** und **Obliquus inferior.** Sind beide Augen ruhig auf einen Gegenſtand in der richtigen Sehweite gerichtet, ſo ſind alle Muskeln ſchwach angeſpannt und die Pupillen ſtehen gerade in der Mitte (**Tab. XXVIII. fig. I**), jedoch in der Regel etwas nach innen gekehrt, bedingt durch den natürlichen Anſatz und die Kontraktion des **Musc. rect. externus** (**fig. I. t**), ſo daß alſo die faſt parallelen Augenaxen (**fig. VIII. A**) doch etwas konvergiren und ſich in großer Entfernung unter ſehr ſchiefen Winkeln ſchneiden würden.

Ueber das weitere Detail muß ich auf die Lehrbücher der Anatomie und die angeführte Schrift von Ruete verweiſen. Die Lehre von der Bewegung der Augen würde, dem gefaßten Plan zu Folge, erſt ſpäter in der Lehre von der Bewegung darzuſtellen ſeyn; ihr Einfluß auf die meiſten objektiven Geſichtsphänomene iſt jedoch ſo groß, daß ich dieſelbe hier abhandeln zu müſſen glaubte.

§. 329.

Wenn ſich vollkommen deutliche und ſcharfe Bilder auf der Netzhaut formiren ſollen, ſo muß die Linſe, als das wichtigſte Medium für die

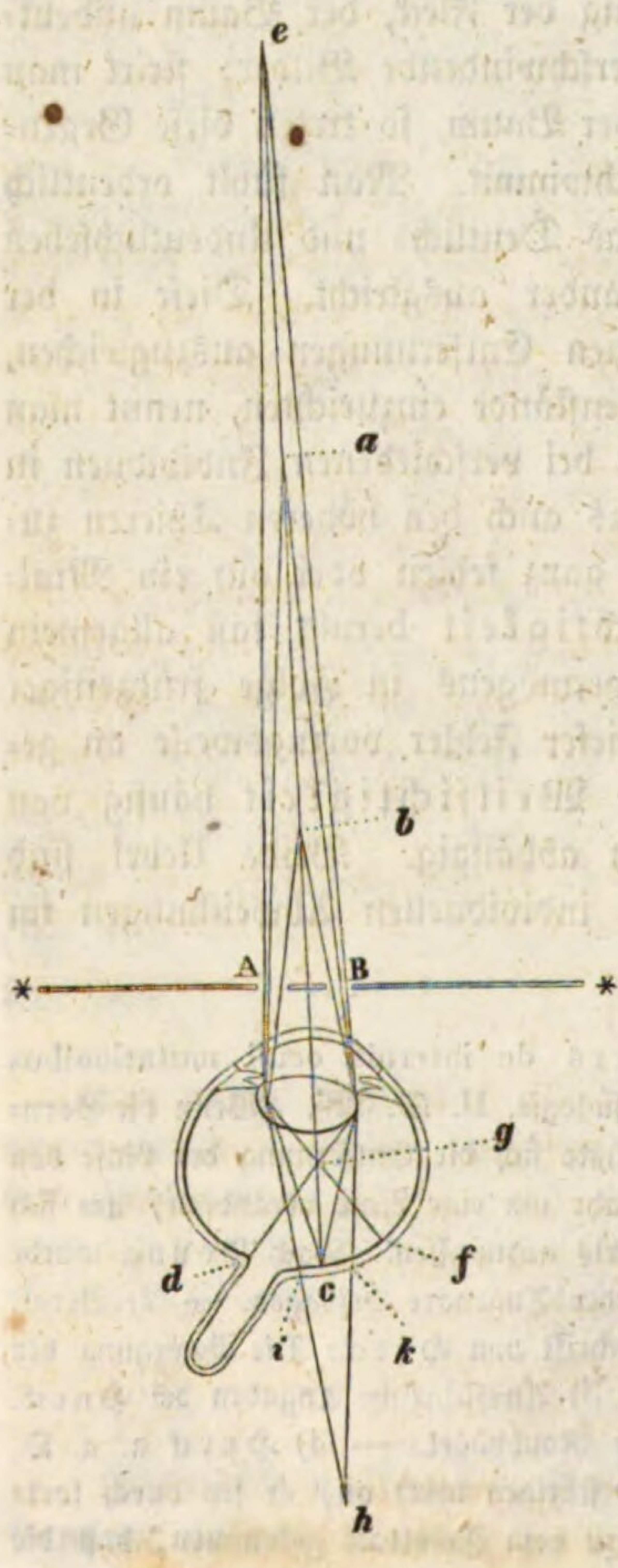
Brechung der Lichtſtrahlen, ſich in einer beſtimmten Entfernung von der Netzhaut befinden. Nun iſt aber die Vereinigungsweite des Bildes nicht für nahe und ferne Gegenſtände gleich. Die Vereinigungsweite des Bildes fällt ferner von der Linſe bei näheren Gegenſtänden, näher an die Linſe bei fernen Gegenſtänden. Dieſer Satz ſteht nach optiſchen Geſetzen feſt [1]). Man kann ſich auch durch einfache Verſuche überzeugen, daß im Innern des Auges Veränderungen vorgehen müſſen, wenn wir von einem näheren Gegenſtande auf einen entfernten blicken und beide gleich gut ſehen wollen. Wir können dies nur dann, wenn wir beide Gegenſtände nach einander betrachten. Befeſtigt man z. B. ein kleines Objekt, etwa eine Stecknadel, 5 bis 8 Zoll von dem Auge, ſo daß dieſelbe eben noch ganz ſcharf und deutlich geſehen werden kann, und wählt dann genau in derſelben Richtung einen Fleck an der Wand, einen Baum vor dem Fenſter, als entfernten Gegenſtand, ſo daß beide in die Augenaxe fallen, und ſchließt dann das eine Auge, ſo kann man dieſe Veränderungen an ſich wahrnehmen [2]). Fixirt man die Stecknadel, ſo wird allmälig der Fleck, der Baum undeutlich, es entſtehen Schatten, mehrfache, verſchwindende Bilder; fixirt man dann über die Nadel hinweg den Fleck oder Baum, ſo treten dieſe Gegenſtände ſchärfer hervor und die Nadel verſchwimmt. Man fühlt ordentlich in ſich die Veränderung des Auges, da das Deutlich= und Undeutlichſehen der Objekte ſich erſt allmälig gegen einander ausgleicht. Dieſe in der Regel unbewußte Fähigkeit, die verſchiedenen Entfernungen auszugleichen, alſo das Auge für nahe und entfernte Gegenſtände einzurichten, nennt man das Accommodationsvermögen, das bei verſchiedenen Individuen in ſehr verſchiedenem Grade entwickelt iſt, das auch den höheren Thieren zukommt [3]) und das bei einzelnen Menſchen ganz fehlen oder auf ein Minimum reduzirt ſeyn kann. Die Kurzſichtigkeit beruht faſt allgemein auf einem Verluſte des Accommodationsvermögens in Folge frühzeitiger unzweckmäßiger Beſchäftigungen, daher dieſer Fehler vorzugsweiſe an gewiſſe Stände geknüpft iſt. Ebenſo iſt die Weitſichtigkeit häufig von unvollkommenem Accommodationsvermögen abhängig. Beide Uebel ſind gleichſam nur die Grenzen der zahlloſen individuellen Abweichungen im normalen Bau der Augen [4]).

1) Vergl. hierüber die Schrift von Olbers de internis oculi mutationibus Gött. 1780. Ausgezogen in J. Müller's Phyſiologie. II. S. 326. Wenn die Hornhaut und Linſe ihre Convexitäten behalten, ſo müßte ſich die Entfernung der Linſe von der Netzhaut nach Olbers' Berechnungen ungefähr um eine Linie verändern, um ſich allen nahen und unendlichen Entfernungen des Objekts anzupaſſen. Nach Young würde die nothwendige Veränderung den ſechsten Theil der Augenaxe betragen. — 2) Vergl. über dieſes und andere Beiſpiele die vortreffliche Schrift von Hueck: Die Bewegung der Kryſtalllinſe. Dorpat 1839. 4. Mit Kpfrn. — 3) Ausführliche Angaben bei Hueck. Sehr groß iſt das Accommodationsvermögen der Raubvögel. — 4) Hueck a. a. O. S. 6 giebt (was ſich leicht durch die Erfahrung beſtätigen läßt) an, er ſey durch fortgeſetzte Beobachtung der verſchiedenſten Nationen zu dem Reſultate gekommen, daß die

inneren Veränderungen des Auges beim Nah- und Fernſehen der Objekte in den verſchiedenſten Entfernungen beim Landmann, Tagelöhner, Zimmermann, Maurer, Krämer, Apotheker, bei Dienſtboten, Jägern, bei Nichtsthuern, bei den wilden Völkerſchaften, bei Allen vorzüglich in der Jugend und in den Jahren der Kraft ſtattfinden. Unvollkommen iſt dagegen dieſe Fähigkeit bei zunehmendem Alter, beim Militair, bei Schiffern, bei Fuhrleuten, eben ſo unvollkommen beim Uhrmacher, Goldſchmid, Kupferſtecher, Schuhmacher, Schneider, bei der ganzen leſenden und ſchreibenden Klaſſe. — 4) Die nähere Betrachtung der Kurzſichtigkeit und Fernſichtigkeit gehört in die allgemeine und angewandte Phyſiologie.

§. 330.

Es giebt ſehr viele Verſuche, aus welchen ſich die verſchiedene Stellung der Bilder auf der Netzhaut von nahen oder entfernten Gegenſtänden demonſtriren läßt. Einer der bekannteſten, welcher von neueren Beobachtern vielfach variirt wurde, iſt der von Scheiner[1]). Sticht man in ein Kartenblatt, das in der beifolgenden Figur durch * * bezeichnet iſt, über oder neben einander zwei kleine Löcher, die jedoch nicht weiter von einander entfernt ſeyn dürfen, als der Durchmeſſer der Pupille A und B in der nebenſtehenden Figur, und ſieht dadurch nach einem Objekt z. B. einer Stecknadel, ſo ſieht man dieſelbe nur in einer gewiſſen Entfernung, z. B. wenn ſie ſich in a befindet, einfach, denn die Strahlen des Lichtkegels, welche von a ausgehen, werden in c gerade auf der Netzhaut vereinigt. Rückt das Objekt nach b, ſo werden die Strahlen ſchon vor der Netzhaut in g vereinigt und die Stecknadel erſcheint als Doppelbild in d und f. Derſelbe Fall tritt ein, wenn das Objekt allzuferne, nach e gerückt wird. Hier kommen die Strahlen erſt bei h zur Vereinigung und ſie geben auf der Netzhaut ebenfalls zwei Bilder, in i und k[2]). Dieſes Doppelſehen kann bei Hornhautſtreifen und Flecken auch krankhaft vorkommen[3]).



1) Der Pater Scheiner zeigte dieſen Verſuch ſchon vor 200 Jahren. Vergl. *Chr. Scheiner*, Rosa ursina s. sol ex admirando foculorum et maculorum suarum phaenomeno varius. Bracciani 1626—1629. fol. Vielfache Aenderungen findet man bei Volkmann a. a. O. S. 64. — 2) Aus der nebenſtehenden Figur er-

klärt ſich auch ſehr einfach die Thatſache, daß wenn der Gegenſtand zu nahe, bei b ſteht und man hält das Loch B zu, daß dann das Doppelbild auf der entgegengeſetzten Seite verſchwindet, weil der entſprechende Strahl nach d gebrochen wurde, und umgekehrt. Befindet ſich dagegen das Objekt in e und man hält B zu, ſo verſchwindet das eine Doppelbild auf derſelben Seite, weil der Strahl in k auf derſelben Seite der Netzhaut das Bild geworfen hat und beide Strahlen i und k erſt jenſeits der Netzhaut in h ſich vereinigen und kreuzen. — 3) Ruete hat kürzlich einen ſolchen Fall beobachtet; bei einem mit Leukom behafteten Mann, wo die Iris unten mit der Hornhaut verwachſen war, theilte ein vom Leukom ausgehender Streif die Pupille gerade ſenkrecht in 2 ſeitliche Hälften. Alle Objekte auf 18—20 Zoll Diſtanz und weiter entfernt erſchienen doppelt. Durch Einſtreichen von Kalomel wurde der Streif beſeitigt und das Einfachſehen ſtellte ſich wieder ein.

§. 331.

So leicht es iſt, ſich von den in den vorigen Paragraphen beſprochenen Thatſachen zu überzeugen, ſo ſchwer iſt es, mit Sicherheit die Urſache im Innern des Auges anzugeben, wodurch die Stellung der Linſe zur Netzhaut verändert wird. Man hat den Grund des Accommodationsvermögens in den Bewegungen der Iris geſucht, in der Verlängerung und Verkürzung der Axe der Linſe durch eine ihr ſelbſt eigene Kontraktilität, in einer Veränderung der Konvexität der Hornhaut durch die Augenmuskeln. Dieſe Anſichten ſind neuerlich widerlegt worden [1]). Am wahrſcheinlichſten beruht die Accommodation auf einer Ortsbewegung der Linſe durch die Ciliarfortſätze, wobei die Linſe etwas vorrückt und vielleicht zu gleicher Zeit eine kleine ſeitliche Kompreſſion erfährt. Die wichtigſten Gründe für das Accommodationsvermögen durch Bewegung der Linſe ſind: 1) Die übereinſtimmende Beobachtung, daß das Accommodationsvermögen nach der Extraktion des grauen Staars ſehr vermindert iſt. 2) Die anatomiſche Lagerung und Struktur des Strahlenbandes (**Ligamentum ciliare**) und der Ciliarfortſätze (**Processus ciliares**), welche aus unorganiſchen Muskelfaſern, ja bei den Vögeln aus wirklich quergeſtreiften, willkürlichen Muskelfaſern beſtehend, auf dem Rande der Linſenkapſel liegen, ſich zwiſchen den Falten der **Zonula** befeſtigen und durch Zuſammenziehung die Linſe bewegen können. 3) Die bei der Accommodation ſtets ſtattfindende Mitbewegung der Pupille. Offenbar ſtehen die Bewegungen der Iris und die Accommodation in einem Cauſalzuſammenhange; denn es fließt nicht nur anatomiſch das Faſergewebe des äußeren oder hinteren Randes der Iris mit den vorderen Rändern der Ciliarfortſätze zuſammen, ſondern es beweiſen dies auch die Einflüſſe von Eintröpfelungen von Belladonna in das Auge, wodurch ſowohl die Pupille erweitert, als auch das Accommodationsvermögen geſchwächt wird, welches doch nicht von der Erweiterung oder Verengerung der Pupille herrührt [3]). 4) Die direkte Beobachtung bei Menſchen und Thieren. Nach ſorgfältiger Unterſuchung mehrerer Beobachter, ſoll man die Iris ſich durch Hervortreten der Linſe etwas wölben ſehen [4]).

In wie weit eine Mitwirkung der Augenmuskeln bei der Accommodation ſtattfindet, iſt noch nicht ſicher ermittelt [5]).

1) Vergl. darüber die Zuſammenſtellung der Widerlegungen bei J. Müller Phyſiol. II. S. 329 u. f. — 2) Hueck und Ruete haben a. a. O. beide ſich für die Ortsveränderung der Linſe durch den Ciliarkörper als Urſache der Accommodation ausgeſprochen und Hueck hat ſich mit großer Gründlichkeit hierüber verbreitet, worüber ſeine angeführte Schrift S. 104 u. f. zu vergleichen iſt. Auch ältere Beobachter haben ſich zu dieſer Anſicht bekannt. Senff berechnete, daß eine ſeitliche Kompreſſion der Linſe, die deren Durchmeſſer um den achten Theil verkürzt, wodurch zugleich die vordere Fläche um ½ Linie vorrückt, hinreichend ſey, eine Adaption für Gegenſtände, 5 Zoll vom Auge betrachtet, zu erklären. Vergl. Hueck a. a. O. S. 112. — 3) Daß die Pupille ſich zugleich mit dem Sehen in die Ferne erweitert, beim Nahſehen verengert, iſt Thatſache. Dieſe Bewegungen ſind aber nur Mitbewegungen, entweder in Folge der Bewegung der Ciliarfortſätze oder, wie Andere wollen, durch Aſſociation mit der Bewegung der Augenmuskeln durch den Einfluß des N. oculomotorius auf das Ganglion ciliare und die Irisnerven. Die Zuſammenziehung der Pupille tritt immer ein bei Kontraktion des inneren und mehrerer anderer vom genannten Nerven abhängigen Muskeln. — 4) Hueck und Ruete geben dies ſo an, obwohl ich mich nicht mit Sicherheit davon überzeugen konnte. Vergl. Ruete a. a. O. S. 28. Man ſoll einen, mit einem guten Accommodationsvermögen begabten Menſchen mit einem Auge, nachdem das andere geſchloſſen iſt, über die Spitze einer nahe vor daſſelbe gehaltenen Nadel, zuerſt einen entfernten Punkt und dann die Nadelſpitze ſelbſt, bei hellem Lichte und gleichbleibender Richtung des Auges, viſiren laſſen. Um die Wölbung zu ſehen, muß man ganz von der Seite in das Auge ſehen. — 5) Neuere Beobachter haben ſich zwar entſchieden gegen die Anſicht ausgeſprochen, daß die Accommodation der Augen für nahe und ferne Objekte durch die Muskeln bedingt werde. Vergl. die Zuſammenſtellung der Gegengründe bei Ruete S. 25. Es ſcheinen mir jedoch folgende Umſtände, welche für die Mitwirkung der Muskeln ſprechen, von einigem Gewicht. 1) Daß die Muskeln durch entſprechende Zuſammenwirkung den Bulbus etwas nach hinten ziehen und verkürzen, dann nach vorne ziehen und verlängern können. 2) Das Gefühl von Anſtrengung und ſelbſt den Schmerz, den ich z. B. deutlich im Umfang des Bulbus, wie es ſcheint in den Muskeln empfinde, wenn ich Accommodationsverſuche mache. 3) Daß die Irisbewegungen ſich ſtets mit Muskelbewegungen, welche vom N. oculomotorius abhängen, aſſociiren. — Weitere Beobachtungen ſind hier abzuwarten, um zu entſcheiden, ob die Muskeln bei der Accommodation völlig unthätig ſind oder nicht.

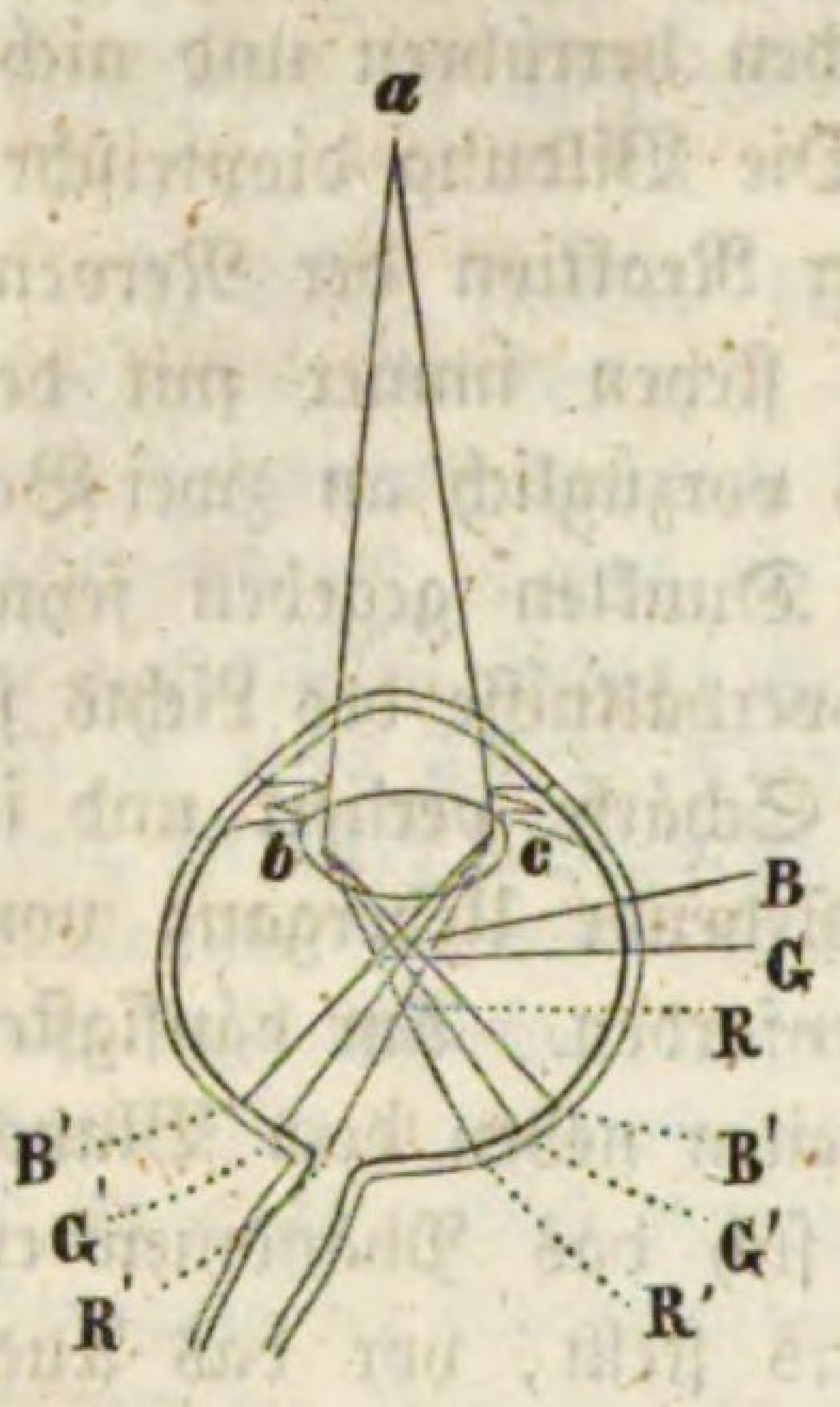
§. 332.

Beim gewöhnlichen normalen Sehen iſt das Auge ein achromatiſches Werkzeug. Wir ſehen nämlich die Objekte nur in ihren natürlichen Farben. Die Achromaſie hat wahrſcheinlich ihren Grund in der Kompoſition der dioptriſchen Medien, die verſchiedenartig ſind und wahrſcheinlich durch ihre ungleichen Konveritäten und ihre verſchiedene chemiſche Konſtitution die chromatiſche Aberration korrigiren (§. 323), wie wir dies auf ähnliche Weiſe durch Kombinationen von Gläſern verſchiedener Art hervorzubringen im Stande ſind. Das menſchliche Auge iſt aber nur ſo lange achromatiſch, als das Bild nicht in der Vereinigungsweite der Strahlen aufge-

fangen wird. Unter gewiſſen Verhältniſſen erſcheinen ſehr lebhafte dioptriſche Farbenſäume, welche von objektiven Urſachen herrühren und nicht in der Retina ihren eigentlichen Grund haben. Die Bildung dioptriſcher Farbenſäume iſt ganz verſchieden von den aus der Reaktion der Nervenſubſtanz hervorgehenden Farbenbildern [1]). Erſtere ſtehen immer mit der Refraktion im Zuſammenhang und ſie knüpfen ſich vorzüglich an zwei Bedingungen: a) es muß ein Helles neben einem Dunklen gegeben ſeyn; b) die Grenze beider muß vermöge der Brechungsverhältniſſe des Lichts ſo auf der Netzhaut abgebildet werden, daß ſie ihre Schärfe verliert und in die Breite gezogen erſcheint. Der hierdurch entſtehende Uebergang vom Hellen zum Dunkeln erſcheint dann in Regenbogenfarben. Am häufigſten zeigen ſich Roth, Orange, Gelb und Blau, zuweilen neben dem Blauen noch ein ſchwaches Violett. Am einfachſten läßt ſich das Phänomen erzeugen, wenn man ſich an das Ende des Zimmers ſtellt, vor das Auge einen Finger, noch beſſer einen dünnen Gegenſtand, z. B. einen Bleiſtift hält und nun das Fenſterkreuz fixirt. Am Kreuz, wie am Finger laſſen ſich bald lebhafte Farbenſäume entdecken. Auf ähnliche Weiſe kann man ein helles Feld auf dunklem Grunde z. B. ein ſchwarzes Quadrat auf weißem Grunde, oder ein weißes Feld auf dunklem Grunde in der gewöhnlichen Sehweite betrachten und dann eine bikonvexe, oder bikonkave Linſe vor das Auge ſchieben. In beiden Fällen erſcheint der Rand des Bildes von einem farbigen Saume umgeben, in welchem, bei Anwendung der Konvexlinſe Roth und Gelb, bei Anwendung des Konkavglaſes Blau die hervorſtechenden Elemente bilden [2]). Dies Experiment beweiſt zugleich den phyſikaliſchen Grund des Phänomens, das ein Ergebniß der Farbenzerſtreuung im Auge iſt [3]). Es iſt zugleich ein für den theoretiſchen Theil der Farbenlehre wichtiger Verſuch [4]). Man kann dieſe und ähnliche Verſuche ſehr leicht anſtellen und vervielfältigen. Beſonders lebhaft erſcheinen die Farbenſäume, wenn man die Randſtrahlen der Linſe, welche gewöhnlich von der Iris abgehalten werden, dem Auge zugänglich macht. Dies geſchieht am beſten, indem man einen Tropfen einer geſättigten Auflöſung des Belladonnaextrakts ins Auge bringt und dann mit dieſem Auge experimentirt [5]). Hierdurch beſchränkt man zugleich die inneren Veränderungen des Auges für verſchiedene Fernen, d. h. man hindert das Accommodationsvermögen (vergl. §. 331).

1) Ueber die farbigen Höfe, die Nachbilder, welche gleichzeitig bei Experimenten über dioptriſche Farbenſäume erſcheinen und die von einer Affektion der Retina herrühren, vergl. ſpäter §. 336. — 2) Vergl. über dieſen Gegenſtand die vorzügliche Abhandlung von Tourtual: Die Chromaſie des Auges, in Meckel's Archiv. 1830. S. 129. Dann Joh. Müller zur vergl. Phyſiol. d. Geſichtsſinnes. S. 194 u. f. — 3) Bei=

folgende Figur mag dies erläutern. Von dem leuchtenden Punkte a geht ein Strahlenkegel aus. Die auf den Rand der Linſe b c fallenden Strahlen werden in farbige zerlegt nach den Geſetzen der Strahlenbrechung. Die am meiſten brechbaren, blauen Strahlen kreuzen ſich am früheſten in B, die am wenigſten brechbaren rothen am entfernteſten von der Linſe in R; zwiſchen beiden erſcheint das Gelb in G. Es ſind hierbei nur die drei optiſchen Grundfarben in Rechnung gebracht. Jenſeits der Kreuzung auf der Retina müſſen die Farben nothwendig die umgekehrre Lage (§. 324) haben und in der That erſcheinen bei der Beobachtung dem Auge Blau, Gelb, Roth in B′ G′ R′ der Doppelbilder. Vergl. hierüber Tourtual a. a. O. S. 139. — 4) Vergl. Tourtual S. 139 über die Erklärung dieſer Phänomene von Goethe. Zahlreiche Experimente ſ. auch in Goethe's Farbenlehre. Goethe erklärt bekanntlich alle Farbenerſcheinungen blos als Modifikationen von Hell und Dunkel. Wird das Licht durch trübe Mittel geſehen, ſo erſcheint bei geringer Trübung gelb, dann roth, blaulich, blau, violett, ſchwarzblau, endlich ſchwarz. Nähert man im obigen Verſuche die ans Bild gehaltene Linſe allmälig dem Auge, ſo verwiſcht ſich die Grenzlinie und es ſieht aus, als trete nach der Seite des Hellen das Dunkle ein, nach dem Dunklen das Helle mit abnehmender Intenſität über die Grenzlinie hinaus. Goethe erklärt die ſich bildenden dioptriſchen Farbenſäume vom ſubjektiven Standpunkt aus durch ein wechſelweiſes Uebereinanderſchieben des Lichten und Dunklen, indem der Schatten vor dem Lichten als Blau und Violett, das Lichte vor dem Schatten als Roth und Gelb empfunden werde. — 5) Vergl. Joh. Müller a. a. O. S. 199 u. f.



Aktionen der Netzhaut und ſubjektive Geſichtsphänomene.

§. 333.

Sollen die Bilder der äußeren Objekte, welche auf der Netzhaut abgebildet werden, einen vollkommen deutlichen Eindruck hervorrufen, ſo müſſen ſie in der paſſenden Vereinigungsweite von der Linſe zu Stande kommen (§. 329) und in der Nähe des Endpunkts der Augenaxe (§. 325) oder des gelben Flecks (§. 319) fallen. Außerdem aber müſſen die Objekte vollkommen gut beleuchtet ſeyn, um die Energie der thätigen Netzhauttheilchen anzuregen [1]). Drittens aber müſſen die Objekte eine beſtimmte Größe haben, um iſolirte Bilder hervorzubringen. Es giebt auf der Nervenhaut kleinſte Stellen, welche diſtinkter Eindrücke fähig ſind, oder räumlich getrennte Gegenſtände auch räumlich getrennt empfinden laſſen. Jenſeits dieſer kleinſten Theile miſchen ſich die Eindrücke. Ein ſehr einfaches Beiſpiel geben Kupferſtiche ab, deren Wirkung darin beſteht, daß die auf weißem Grunde gezogenen ſchwarzen Linien oder Punkte in der Ferne ſich zu Grau miſchen. In der Nähe betrachtet fällt jeder ſchwarze Punkt oder Strich auf ein iſolirtes Netzhauttheilchen und wird auch als iſolirter Eindruck empfunden [2]). Die Entfernung, in welcher man Objekte ſcharf und

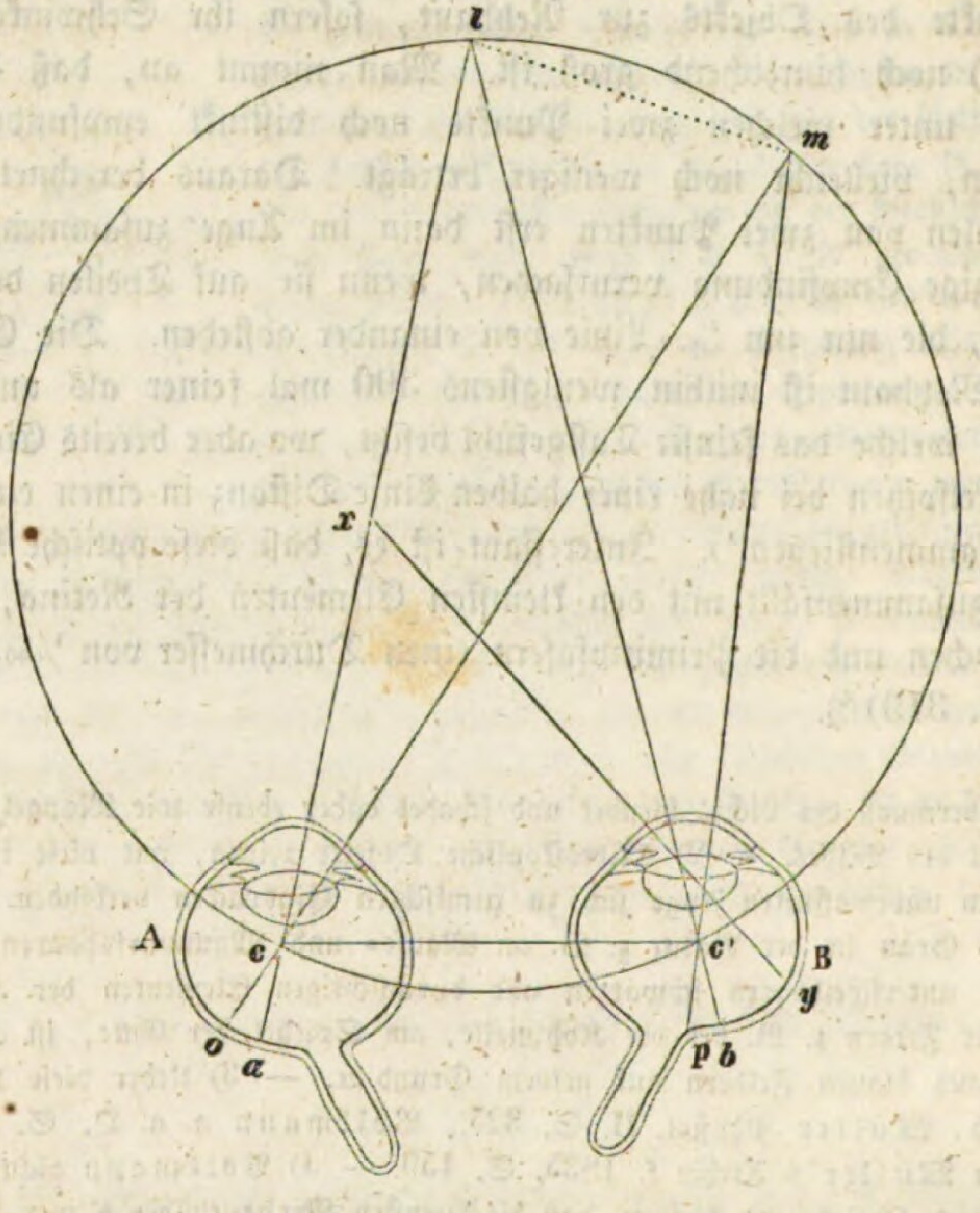
deutlich in ihren kleinſten mit bloßen Augen erreichbaren Theilchen wahrnimmt, beträgt bei normalen Augen 8 bis 10 Zoll; man nennt ſie die Sehweite, **Distantia visionis.** Sie iſt bei einzelnen Perſonen, je nach ihrer Kurz- und Weitſichtigkeit, verſchieden (§. 329); jedes Auge hat aber ſeinen Grenzpunkt des deutlichen Sehens. In dieſer Sehweite kommen alle Punkte des Objekts zur Netzhaut, ſofern ihr Sehwinkel im Auge (§. 324) noch hinreichend groß iſt. Man nimmt an, daß der kleinſte Winkel, unter welchen zwei Punkte noch diſtinkt empfunden werden, 40 Linien, vielleicht noch weniger beträgt. Daraus berechnet ſich, daß Lichtſtrahlen von zwei Punkten erſt dann im Auge zuſammenfließen und eine einzige Empfindung verurſachen, wenn ſie auf Theilen der Netzhaut geſchehen, die nur um $^1/_{600}$ Linie von einander abſtehen. Die Empfindung auf der Netzhaut iſt mithin wenigſtens 300 mal feiner als auf der Zungenſpitze, welche das feinſte Taſtgefühl beſitzt, wo aber bereits Eindrücke von zwei Zirkelſpitzen bei nahe einer halben Linie Diſtanz in einen einzigen Eindruck zuſammenfließen[3]). Intereſſant iſt es, daß dieſe optiſche Berechnung ziemlich zuſammenfällt mit den kleinſten Elementen der Retina, in welcher die Stäbchen und die Primitivfaſern einen Durchmeſſer von $^1/_{600}$—$^1/_{800}$ Linie haben (§. 319)[4]).

1) Uebermaaß des Lichts blendet und ſchadet daher ebenſo wie Mangel an Licht der Deutlichkeit des Bildes. — 2) Mikroſkopiſche Objekte zeigen, wie viele iſolirte Farbtheilchen im unbewaffneten Auge ſich zu gemiſchten Eindrücken verbinden. So beſteht ſehr vieles Grau in der Natur z. B. an Mäuſe- und Maulwurfshaaren ꝛc. aus mikroſkopiſch unterſcheidbaren ſchwarzen und durchſichtigen Elementen der Haare. Das Grün vieler Federn z. B. bei der Kohlmeiſe, am Spiegel der Ente, iſt ein gemiſchter Eindruck aus blauen Feldern auf gelbem Grund ꝛc. — 3) Ueber dieſe Berechnungen vergl. Joh. Müller Phyſiol. II. S. 325. Volkmann a. a. O. S. 201. E. H. Weber in Müller's Archiv f. 1835. S. 159. — 4) Volkmann glaubt aus ſeinen Beobachtungen ſchließen zu können, daß die kleinſten Netzhautbilder kleiner ſeyen, als die feinſten Elemente der Retina. Bei der Unklarheit unſerer Erkenntniß des feinſten Baues der Retina läßt ſich zur Zeit hierüber nichts Entſcheidendes ſagen.

§. 334.

Obwohl in den beiden Augen durch die dioptriſchen Medien zwei Bilder auf der Netzhaut, d. h. in einem jeden Auge eines, erzeugt werden, ſo ſieht man doch beim gewöhnlichen Sehen alle Gegenſtände einfach. Dies rührt von der Beſchaffenheit beſtimmter Stellen auf beiden Netzhäuten her. Man ſieht nämlich einfach, wenn ſich die beiden Augenaxen in dem betrachteten Objekte ſchneiden. In dieſem Falle trifft der fixirte Punkt (1 der nachſtehenden Figur) auf die beiden Endpunkte der Augenaxen **a** und **b**. Die in den beiden Augen **A** und **B** gleichartig gelagerten Punkte oder Stellen nennt man identiſche, da ſie ſich wie ein einziger Punkt verhalten, indem ſie nur ein Bild erzeugen. Außer dieſen beiden

Axenpunkten giebt es jedoch noch andere Stellen der Netzhaut, welche ebenfalls identiſch ſind, d. h. den geſehenen Gegenſtand nur einfach erſcheinen laſſen. Immer müſſen jedoch die Gegenſtände und entſprechenden Stellen der Netzhaut im ſogenannten Horopter liegen, d. h. in einem Kreiſe (wie in nachſtehender Figur), der von dem Kreuzungspunkte der Sehaxen l durch



den Drehpunkt oder den Kreuzungspunkt der Richtungsſtrahlen c läuft (vergl. §. 324) [1]). Objekte, in demſelben Horopter liegend, wie l und m, werden einfach geſehen, weil ſie nothwendig identiſche Stellen auf der Netzhaut afficiren müſſen. Identiſch ſind daher ſowohl die Axenpunkte beider Netzhäute, als Stellen, welche, wie o a und p b gleich weit vom Axenpunkt entfernt, in A nach außen, in B nach innen liegen. Objekte oder Punkte, die nicht in denſelben Horopter fallen, erzeugen doppelte Bilder, denn ſie fallen auf Stellen der Netzhaut, welche eine geſonderte Thätigkeit haben [2]). Man nennt dieſe Punkte deshalb differente und es verhalten ſich hier die beiden Augen gerade ſo, als ob verſchiedene Stellen der Netzhaut in einem Auge afficirt werden, wo ſich dann, wie wir §. 332 geſehen haben, auch Doppelbilder formiren. Sind daher die beiden Axen von A und B auf den Punkt l gerichtet, ſo erſcheint z. B. der Punkt x (ſowie alle in der Axe a x l liegenden Punkte) doppelt, denn ſein Bild fällt im linken Auge A in die Mitte der Netzhaut a, in dem andern Auge aber auf einen

differenten Punkt y. Die Doppelbilder erſcheinen dann ſtets ſo weit von einander entfernt, als das Bild des linken Auges a o von der identiſchen Stelle im rechten Auge p b entfernt iſt. Man kann durch die einfachſten Verſuche Doppelbilder erzeugen [3]). Aus den früher (§. 324) erläuterten Brechungsgeſetzen wird die Lage der Doppelbilder nothwendig verſchieden ſeyn müſſen. Kreuzen ſich die Sehaxen zwiſchen Objekt und Auge, ſo wird das linke Doppelbild im linken, das rechte im rechten Auge erſcheinen. Kreuzen ſich die Axen erſt jenſeits des Objekts, ſo daß dieſes zwiſchen Auge und Kreuzungspunkt liegt, ſo wird das Doppelbild des linken Auges auf der rechten Seite, das des rechten dagegen links erſcheinen [4]). Wir ſehen häufig Doppelbilder, beachten ſie aber wegen ihrer Undeutlichkeit in der Regel nicht. Auffallend werden ſie, ſobald wir, wie in den angegebenen Verſuchen, zwei verſchiedene Objekte, die in verſchiedenen Entfernungen liegen, zugleich ſcharf fixiren wollen. Doppelbilder müſſen daher auch häufig eintreten, wo wir die Augenaxen nicht parallel zu ſtellen vermögen, wie z. B. bei Schläfrigkeit, wo die Buchſtaben einer Schrift, die wir leſen, doppelt erſcheinen, in der Trunkenheit, beim Schielen durch unregelmäßige Thätigkeit eines Muskels ꝛc. [5]).

1) Vergl. über dieſen Gegenſtand Joh. Müller vergl. Phyſiol. d. Geſichtsſinns S. 167 und Volkmann Beiträge S. 89. Letzterer hat eine beſonders klare Darſtellung dieſer Verhältniſſe gegeben, welche ich mit Hinweiſung auf die oben mitgetheilte Figur hier wiederhole. Es ſeyen c c′ die beiden Drehpunkte der Augen, l der fixirte Punkte, l c c′ der Horopter, a und b die Axenpunkte der Netzhaut. Ein zweiter im Horopter liegender Punkt ſey m. Der fixirte Punkt l erſcheint auf den Axenpunkten a b, der Punkt m in o und p. Eine Linie zwiſchen l m würde die Sehne des Horopters ſeyn und alle Dreiecke, welche auf der Sehne eines Kreiſes verzeichnet werden, haben an der Peripherie gleiche Winkel; daher iſt der Winkel l c m gleich dem Winkel l c′ m; beiden ſind auch die Wechſelwinkel o c a und p c′ b gleich. Es ſind o c gleich p c′ und a c gleich b c′, als Radien aus dem Drehpunkt auf die Netzhaut, folglich liegt o vom Axenpunkt a ſo weit, als p vom Axenpunkt b und zwar nach derſelben Richtung; es werden alſo von den Strahlen beider Punkte l und m identiſche Netzhautſtellen getroffen. — 3) So das häufig gebrauchte Beiſpiel. Man hält in derſelben Linie zwei Finger hinter einander, einen möglichſt nahe ans Auge, den andern möglichſt ferne. Fixirt man den nächſten mit den Augenaxen, ſo iſt der entfernte doppelt und umgekehrt. — 4) Dies ſieht man aus dem oben angeführten Verſuch, wenn man dabei abwechſelnd ein Auge auf Augenblicke ſchließt und die Lage der Objekte betrachtet. — 5) Was das Schielen betrifft, ſo gehört dieſer Gegenſtand in die angewandte Phyſiologie. Ich muß hierüber auf die Schrift von Ruete verweiſen.

§. 335.

Die oben betrachtete Congruenz der identiſchen Netzhautſtellen iſt eine angeborene und hat ihren Grund im Gehirn, ſo daß beide Augen als die Zweige einer Wurzel zu betrachten ſind. Der Grund der Identität iſt daher ein organiſcher [1]). Dieſe Harmonie beider Netzhäute, doppelte Ein-

drücke zu einem einfachen zu miſchen, zeigt ſich allenthalben in beiden Augen. Dies ergiebt ſich beſonders aus dem Phänomene, das man mit dem Namen des **Wettſtreits der Geſichtsfelder** bezeichnet hat. Betrachtet man eine weiße Fläche, z. B. einen Bogen Papier mit zwei verſchiedenartigen, dicht vor das Auge gehaltenen Gläſern, ſo miſchen ſich die Farben anfänglich nicht. Das Papier erſcheint nicht grün, wenn man es durch ein blaues und ein gelbes Glas anſieht, ſondern blau und gelb. Bald ſieht man aber einen Wechſel in den Farben, es wiegt auf Momente die gelbe vor; blaue Flecken erſcheinen im Gelb und umgekehrt; bald ſieht man alles blos blau, dann alles wieder gelb, bis eine Farbe die bleibende wird, dazwiſchen aber doch wieder verſchwindet. Gewöhnlich behält das ſtärkere oder beſſere Auge (der bei vielen Individuen ungleichen Augen) das Uebergewicht[2]).

1) Vergl. hierüber die allgemeine Phyſiologie. — 2) Vergl. **Joh. Müller's** Phyſiol. II. S. 388 und die mehrfachen Verſuche bei **Volkmann** S. 91.

§. 336.

Eine merkwürdige Erſcheinung, die ſich beſonders bei den Augen ſo deutlich nachweiſen läßt, iſt die bei allen Sinnen vorkommende Nachwirkung eines Eindrucks. Durch dieſe länger als der Reiz andauernde Empfindung entſtehen die ſogenannten **Nachbilder**. Hierüber laſſen ſich die manchfachſten und intereſſanteſten Verſuche anſtellen, für welche freilich eine mehr oder weniger große Reizbarkeit der Augen nöthig iſt, denn es zeigen ſich hierbei die größten individuellen Abweichungen[1]). Intenſive Lichtreize z. B. das Blicken in die Sonne werden bei allen Menſchen in verſchiedene Farben abklingende Bilder ſekundär und mitunter lange im Auge zurücklaſſen, während wenig beleuchtete, farbige oder farbloſe Objekte in den Augen ſehr vieler Menſchen keine Nachbilder hervorbringen. Zu Verſuchen an ſich ſelbſt bieten ſich allenthalben Gelegenheiten dar. Blickt man in die Sonne, ſo wendet man ſich plötzlich geblendet weg und die Netzhaut hat ein ganz ſchwarzes, dunkles Nachbild, ſobald man auf weiße Flächen z. B. Wolken blickt; ſchließt man das Auge oder ſieht ins Dunkle, ſo entſteht ein weißes Nachbild. Im letztern Falle klingen die Nachbilder durch die Farbenſkala vom Hell bis zum Dunkel ab; auf weiß folgt gelb, dann orange, roth, grün, violett, endlich ſchwarz. War zuerſt ein dunkles Nachbild vorhanden, ſo folgen die Farben in umgekehrter Ordnung auf einander. Blickt man in das Abendroth, ſo klingen die Nachbilder grün ab und es erſcheinen überhaupt die komplementären Farben, wenn man verſchieden gefärbte und ſtark erleuchtete Felder auf das Auge wirken läßt. Das Nachbild von Roth iſt grün, von Gelb violett, von Blau orange und umgekehrt[2]) Schwarze Felder erſcheinen weiß und weiße ſchwarz. Dieſe verſchiedenen Empfindungen der Netzhaut hängen davon ab, daß die

entſprechende, durch einen Licht- oder Farbeneindruck gereizte Stelle in den Zuſtand der Ruhe übergeht, welches immer das Dunkle iſt. Die Nachbilder erzeugen ſich um ſo leichter, je mehr das Auge durch die Verſuche in Anſpruch genommen wird. Immer erſcheinen dieſelben im Sehfeld, d. h. da, wo man das Auge hinwendet, daher man daſſelbe auf dem Boden, auf der Decke des Zimmers, wo man will, wahrnehmen kann [3]).

1) Die Augen erhalten ſich gegen dieſe Erzeugung von Nachbildern überaus verſchieden. Während ich z. B. dieſelben jeden Augenblick hervorrufen kann, wenn ich einen Kupferſtich auf weißem Grunde und mit ſchwarzen Rahmen, ſelbſt bei matter Beleuchtung an der Wand betrachte, gelingt es oft der Hälfte der Zuhörer nicht, Nachbilder auf Beleuchtung farbiger Quadrate hervorzurufen. Häufig iſt jedoch auch Mangel an Aufmerkſamkeit und Beobachtungsgabe die Urſache. — 2) Am einfachſten kann man dieſe Nachbilder in den komplementären Farben hervorbringen, wenn man kleine Quadrate glänzenden, mit ſchönen Pigmenten gefärbten Papiers ausſchneidet, auf weiße Flächen legt und von der Sonne beſchienen betrachtet. Am beſten gelingt dies gewöhnlich mit rothem und grünem Papier, wo die Farbe am intenſivſten gewählt werden kann. Man kann, um alle Farben zu gleicher Zeit mitwircken zu laſſen, ſehr zweckmäßig auch kleine Porträte malen z. B. mit grünem Geſicht, rothem Rock, weißem Haar, violetter Weſte, alles auf ſchwarzem Grunde mit weißer Einfaſſung. Das Nachbild erſcheint als lebensgroßes Porträt, wenn man z. B. das Auge in gehöriger Entfernung auf eine weiße Fläche z. B. die Decke fallen läßt und bei zweckmäßiger Wahl der Farben auch in naturgemäßer Färbung durch Auftreten der komplementären Farben. Bei allen dieſen Verſuchen muß man vom Objekt weg auf die Fläche ſehen und erſt einige Momente abwarten, bis das Nachbild erſcheint, das ſich allmählig hervorhebt, ein Maximum von Deutlichkeit erlangt und dann allmälig verſchwindet. — Ueber weitere hierher gehörige, ſehr leicht zu vervielfältigende Verſuche ſ. Goethe's Farbenlehre, Joh. Müller zur vergl. Phyſiol. d. Geſichtsſinns u. ſ. w.

§. 337.

Bei den Nachbildern, die wir eben beſchrieben haben, hebt eine Erſcheinung auf der Retina die andere auf, und das ſekundäre Bild erſcheint erſt allmälig und nach längerer Impreſſion des primären Bildes. Es giebt aber auch Phänomene, wo ein Eindruck den andern ſo verändert, daß der zweite neben dem erſten bleibt, der zweite aber zugleich den Gegenſatz des erſten zeigt. Dahin gehören alle durch Contraſt ſich hebende helle und dunkle, gefärbte und ungefärbte Bilder. So iſt es ein bekanntes Faktum, daß jeder Schatten um ſo ſtärker durch Contraſt ſich hervorhebt, je heller dabei überhaupt die Beleuchtung iſt, bei welcher er fällt. Einer der einfachſten Verſuche läßt ſich jeden Abend anſtellen. Man läßt den Schatten eines Stabs, z. B. eines Bleiſtifts auf einen weißen Bogen Papier fallen, indem man zwiſchen dem Körper und dem Papier ein Licht aufſtellt und ſodann ein zweites Licht entfernter ſtellt. Es erſcheinen zwei Schatten, von denen immer derjenige der tiefere iſt, der vom näheren Lichte herrührt. Iſt jedoch das entfernte viel ſtärker (z. B. eine helle Lampe), ſo verurſacht

dieſes den ſtärkeren Schatten. Viele farbige Schatten haben ähnliche objektive Urſachen. Jeder Schatten eines Körpers, der von einem farbigen Lichte erhellt wird, hat auch einen farbigen Schein.

Vergl. hierüber die Schriften von Goethe, Joh. Müller, dann die Schrift von Tourtual: die Erſcheinung des Schattens. Berlin 1830. In dieſer Schrift ſind ſehr viele ſinnreiche Verſuche über die phyſiologiſchen Bedingungen des Schattenbildes angegeben. Ueber den phyſiologiſchen Begriff des Schattens ſpricht ſich Tourtual ſehr ſinnig aus a. a. O. S. 119. „Die Erſcheinung des Schattens überhaupt anlangend, ſo glauben wir derſelben in der Reihe der ſubjektiven Geſichtsbilder keine ſchicklichere Stelle anweiſen zu können, als unter den ſogenannten accidentellen Farbenbildern. Die Erwägung ſämmtlicher Verhältniſſe, unter denen dieſe Erſcheinung hervortritt, führt uns zu der Einſicht, daß ſie dieſelben Phänomene im Raume darſtellt, welche jene in der Zeit ſind. Gleichwie das Hinſtarren auf einen indifferenten Lichtpunkt ein ſchwarzes, jenes auf einen ſchwarzen Fleck ein hellweißes und Fixation eines lebhaft Farbigen das Bild der Gegenfarbe nach ſich zieht, ebenſo fordert Weißlicht im Schatten indifferentes Dunkel, farbiges die Gegenfarbe, und wir dürfen ſelbſt behaupten, daß der Schatten des Dunklen das Helle ſey, indem das Lichte ebenſowohl durch das Schattige, als dieſes durch jenes, da wo beide ſich berühren, gehoben wird. Auch liegt dem Nachbilde daſſelbe phyſiologiſche Verhältniß zum Grunde, wie dem Schattenbilde. Es waltet auch hier das Geſetz der Rekonſtruktion der Indifferenz aus dem Lichte durch ſein Gegenlicht, aus der Farbe durch ihre Gegenfarbe, wie in den Verhältniſſen der Nachbilder. Ein einfaches Lichtbild fordert, wenn es plötzlich unterbrochen wird, im Sehnerven ſein Gegenbild, im räumlichen Nebeneinander, wie im zeitlichen Nacheinander ꝛc. ꝛc."

§. 338.

In vielen der genannten Erſcheinungen verbinden ſich objektive und ſubjektive Erſcheinungen. Denn alle Sinneszuſtände beruhen auf einer Wechſelwirkung äußerer Agentien und innerer Energien. Daher erſcheinen ſehr häufig Kontraſtfarben als ſubjektive Erſcheinungen, veranlaßt durch objektive Farben (§. 336). Eine beſtimmte Farbe fordert eine andere Farbe und dieſe phyſiologiſchen Farbenkontraſte entſprechen den phyſikaliſchen komplementären Farben. Aus dem gleichen Grunde, aus dem ſich helle Schatten bei heller intenſiver Beleuchtung heben (§. 337), erſcheinen auch graue Felder auf weißem Grunde dunkler als für ſich betrachtet. Daraus geht hervor, daß die Nervenhaut ein produktives Vermögen hat, indem ſie durch eine beſtimmte Beleuchtung, Farbe ꝛc. in einen einſeitigen Zuſtand verſetzt wird, der dann wieder als Reaktion Gegenſätze hervorruft, welche den gegenſeitigen Zuſtand ergänzen.

§. 339.

Dieſe ſubjektiven Momente in der Farbenlehre führen uns auf die merkwürdigen Eigenthümlichkeiten einzelner Individuen in Bezug auf den Farbenſinn. Es geht nämlich manchen Perſonen das Unterſcheidungsvermögen gewiſſer Farben ganz ab oder erſcheint auf eine merkwürdige Weiſe

modifizirt. Nicht ſelten verwechſeln Perſonen ungleiche Farben und das Nichtunterſcheiden einzelner Farbennuancen iſt viel häufiger, als man glaubt. Am häufigſten iſt die Empfänglichkeit für Roth und dann für das komplementäre Grün unvollkommen entwickelt, ſo daß beide Farben häufig nicht von Grau unterſchieden werden können. Am meiſten bleibt der Sinn für Gelb empfänglich, das aber auch vielen Perſonen ins Weiß übergeht. In wie weit hierbei die brechenden Medien oder vielleicht chromatiſche Apparate der Retina (Stäbchenſchicht?) mitwirken, iſt nicht bekannt. Auffallend iſt es, daß der häufigere Mangel der Empfindung für Farben gerade die am wenigſten brechbaren Strahlen, namentlich Roth betrifft.

Vergl. hierüber die Verſuche von Seebeck d. J., Poggendorf's Annalen Bd. 42. Unter 20 Perſonen fand ich immer einen oder mehrere, welche unvollkommen entwickelten Farbenſinn hatten. Auffallendere Beiſpiele, wie die folgenden, ſind ſelten. So ſpricht Goethe von zwei Subjekten, welche durchaus nicht roſenfarb, blau und violett, eben ſo wenig grün, dunkelorange und rothbraun unterſcheiden konnten, ſo daß ihnen z. B. eine Roſe ſo gefärbt ſchien, wie der Himmel. Wardrop erzählt einen Fall, wo ein Mann nur Gelb und Blau unterſcheiden konnte, alle übrigen Farben ſchienen ihm nur Abänderungen dieſer beiden Farben zu ſeyn. Die verſchiedenen Arten von Grün unterſchied er beſonders ſchwer. Die meiſten Abänderungen von Grün erſchienen ihm gelb oder blau, je nachdem die eine oder andere dieſer Farben vorherrſchte. Gras erſchien ihm gelb, dunkler als Gummigutti, meiſt ungefähr wie Orange. Roth und Olivenfarb hielt er für eins, obwohl er beide, neben einander geſehen, etwas unterſchied. Grüne Farbe machte einen etwas verſchiedenen Eindruck, je nachdem die Gegenſtände mehr oder weniger ſtark erleuchtet waren, ſo daß manche Arten grünen Zeugs bei hellem Lichte gelb, im Schatten oder bei gewöhnlichem Tageslicht unrein blau erſchienen. Daſſelbe war der Fall bei Roth. Zinnober und dergleichen erſchienen gelb, Karmin und ähnliche Farben blau, ein rother Offiziersrock z. B. gelb, die Schärpe blau, flüſſige rothe Tinte gelb, auf Papier und getrocknet blau. Bei Nacht und Tage zeigten ſich einige, jedoch geringe Unterſchiede. Vergl. weitere zahlreiche Beiſpiele in der Schrift von Victor Szokalski über die Empfindungen der Farben in phyſiologiſcher und pathologiſcher Hinſicht. Gießen 1842. 8.

§. 340.

Alle bisher betrachteten Phänomene ſtanden mehr oder weniger im Cauſalzuſammenhang mit der Erregung des Auges und beſonders der Retina durch das äußere Licht, als einer phyſikaliſchen Qualität eigner Art. Andere Phänomene der Retina beruhen auf Erregung durch andere Potenzen und man nennt dieſelben vorzugsweiſe ſubjektve Geſichtserſcheinungen. Auf die Erkenntniß dieſer ſubjektiven Geſichtsphänomene haben die Geſetze der Optik keinen Einfluß, doch iſt ihre Vergleichung mit den Zuſtänden der Retina durch Lichterregung von großem Intereſſe. Was wir bei der Erregung durch Licht im Auge wahrnehmen, ſind Veränderungen in der Dynamik der Netzhaut, welche wir beim Sehen empfinden. Ruhe, d. h. Nichterregung der Netzhaut iſt die Urſache der Empfindung

des Dunklen; da wo die Netzhaut erregt wird und reagirt, haben wir die Empfindung des hellen oder lichten Sehfelds. Wir können durch einen einfachen Verſuch uns überzeugen, daß wir ohne äußere Bilder die Nervenhaut ſelbſt empfinden. Dahin gehört das intereſſante Phänomen der Aderfigur im Auge. Am leichteſten erzeugt man daſſelbe, wenn man im dunklen Zimmer ein helles Kerzenlicht einige Zoll vor den Augen oder vor einem Auge hin und her führt oder im Kreiſe herum bewegt. Allmählig erhält man vor dem Auge ein großes helles Sehfeld, dies iſt die erregte oder erleuchtete Retina. Auf derſelben erſcheinen dunkle baumartige Ramifikationen von conſtanter Form, welche ganz dem anatomiſchen Verlaufe der **Arteria** und **Vena centralis retinae** entſprechen; man kann ſelbſt die dunkle Stelle unterſcheiden, wo die Gefäße den Sehnerven durchbohren. Dieſes höchſt intereſſante Phänomen, welches uns den deutlichſten Begriff von der Wirkungsweiſe der Netzhaut geben kann, entſteht dadurch, daß die unmittelbar von den Lichtſtrahlen getroffenen und erregten Theile der Retina wie ſelbſtleuchtende Felder zwiſchen den von den Gefäßen bedeckten (§. 319), daher nicht von den Lichtſtrahlen affizirten Stellen erſcheinen, wodurch eben die Gefäße als dunkle Ramifikationen ſichtbar werden.

Vergl. über alle ſubjektiven Geſichtsphänomene vorzüglich die §. 311 citirte treffliche Schrift von Purkinje, wo auch die Aderfigur S. 89 näher beſchrieben und Fig. 23 und 24 abgebildet iſt. Ich ſehe die Ramifikationen noch zahlreicher und vollkommener als in der Abbildung von Purkinje. Der Mehrzahl der Perſonen (nicht allen) gelingt dieſer Verſuch nicht ſchwer.

§. 341.

Andere ſubjektive Geſichtserſcheinungen laſſen ſich durch andere Reize auf die mannichfaltigſte Weiſe hervorbringen. Hierher gehören: 1) Die Druckfiguren. Man kann durch Druck mit dem Finger die manchfaltigſten Lichtbilder im Auge hervorrufen. Es ſind ring-, kreuz- und ſternförmige Figuren, würfelartige Felderchen, Ketten u. ſ. w., die man auch hervorrufen kann, wenn man die Augenlider blos durch Wirkung des **Orbicularis palpebrarum** andrückt. Aehnliche Figuren erſcheinen auch bei raſchen Seitenbewegungen der Augen. Merkwürdig iſt die Oertlichkeit dieſer Druckfiguren. Drückt man z. B. mit einem Finger eine beſtimmte Stelle des Auges z. B. am inneren Augenwinkel, ſo erſcheint ein leuchtender Kreis am äußeren Winkel, zugleich ein heller Fleck an der Druckſtelle. Beim Druck am untern Theil des Bulbus erſcheint der feurige Kreis ganz oben ꝛc. [1]). 2) Elektriſche Figuren im Auge bringt jeder galvaniſche Reiz hervor und der Sehnerve gehört zu den empfindlichſten Nerven in dieſer Hinſicht. Schon ein einfaches Plattenpaar iſt im Stande (vielleicht blos in Folge der mechaniſchen Berührung) bei reizbaren Individuen einen blitzartigen Schein im Auge hervorzurufen. Große Lichtmaſſen kann man

durch galvaniſche Säulen, am beſten durch einen (§. 243 beſchriebenen) Induktionsapparat hervorrufen, ſelbſt wenn man die Pole auf entfernte Stellen des Kopfes applizirt[2]). 3) Spontane Lichtbilder und phantaſtiſche Geſichtserſcheinungen durch Erregung im Gehirn zeigen ſich öfters, beſonders beim Einſchlafen, wo bei der erſten Traumbildung theils unbeſtimmte Lichtfiguren, ſchimmernde Wellen und Funken, theils Bilder von bekannten und unbekannten Gegenſtänden, Geſichter mit bizarren Formen, oft mit den deutlichſten Farben u. ſ. w. auftauchen und bunt durch einander fahren. Solche Geſichtsphantasmen erſcheinen öfters bei Wachenden und geben zu Sinnestäuſchungen Veranlaſſung. Viele dieſer Phantasmen laſſen ſich als Nachbilder, als Reproduktionen früherer Eindrücke betrachten, ſind Folge des Gedächtniſſes in den Sinnen unter Mitwirkung des Vorſtellungsvermögens[3]). 4) Pathologiſche Geſichtsbilder, den phyſiologiſchen ähnlich, ſind die von Trübungen im Glaskörper, von Congeſtionen, vom Gebrauch der **Narcotica** u. ſ. w. entſtehenden Phänomene. Oefters ſieht man ein Durcheinanderfahren von Punkten und Lichtmaſſen, ein pulſirendes Hüpfen im Sehfelde, öfters erſcheinen dunkle geſchwänzte Körper (**Mouches volantes**) und dergl. Dieſe Erſcheinungen haben ihren Grund in der örtlichen Wahrnehmung der Blutbewegung im Sehfelde[4]), in Folge des vermehrten Pulsſchlags und der Blutkongeſtion und die von **Narcoticis** z. B. dem Fingerhute herrührenden Bilder laſſen ſich ebenfalls hierauf und auf die ſekundäre ſtärkere Erregung der Netzhaut beziehen[5]).

1) Vergl. hierüber Joh. Müller und Purkinje a. a. O. I. S. 136. Man kann dieſe Druckfiguren jeden Augenblick an ſich ſelbſt hervorbringen. — 2) Ich finde den beſchriebenen Induktionsapparat ſehr zweckmäßig; bringt man bei der Entladung beide Polenden an die innere Wangenfläche, ſo erſcheinen außerordentlich große Lichtmaſſen; auch in die Ohren gebracht, erſcheinen um die Augen gürtelförmig ſich herum ziehende Lichtſtreifen. Aehnliches ſah ich ſelbſt bei faſt ausgebildeter Amauroſe in Folge galvaniſcher Reizung. Beſtimmtere Figuren hat Purkinje a. a. O. S. 50 durch eine Säule von 20 Plattenpaaren hervorgebracht. Er erzeugte ſelbſt farbige, hellviolette Lichtſcheine, die ſich nach Verwechſelung der Pole in gelbliche verwandelten. Wenn Purkinje das Auge drückte, ſo wurde die galvaniſche Lichterſcheinung durch die Druckfigur verdrängt, bis beim fortgeſetzten und vermehrten Druck die (§. 340 beſchriebene) Aderfigur erſchien, welche bei jeder Entladung mit einem ungemein ſchönen hellvioletten Lichte von der Eintrittsſtelle des Sehnerven durchblitzte, und zwar waren davon größere Partien rechts und links zu ſehen, als nach der gewöhnlichen Erzeugung durch Beleuchtung der Netzhaut. — 3) Vergl. hierüber ſpäter die allgemeine Phyſiologie. Werden dieſe ſubjektiven Licht- und Farbenerſcheinungen ſehr ſtark, wo ſie in der Regel pathologiſche Urſachen haben, ſo zeigen ſie ſich auch bei offenen Augen und dadurch entſtehen eben die Hallucinationen. Die Träume der Blinden ſprechen ſehr für die Natur dieſer Erſcheinungen als gleichſam multiplicirter Nachbilder; anfänglich nach dem Erblinden träumen ſie ſehr lebhaft von farbigen Gegenſtänden, ſpäter immer ſeltner. Selbſt bei gänzlicher Zerſtörung der Augen und der Retina kommen oft lange noch ſehr lebhafte Träume und ſelbſt Lichterſcheinungen vor, offenbar in den entſprechenden Hirntheilen

gebildet. Die Kranken werden dadurch getäuſcht und glauben ſelbſt ihr Augenlicht wieder zu bekommen. Vergl. Heermann Bildung der Geſichtsvorſtellungen S. 165. — 4) Steinbuch und Purkinje wollen auch den Blutumlauf im Auge geſehen haben. Purkinje a. a. O. S. 125 ſah beim angeſtrengten Naheſehen auf einer hellweißen Fläche in der Mitte des Geſichtsfeldes einen weißen, durchſichtigen Kreis entſtehen und neben an einen dunklen Fleck; hier ſah er zwei gerade ſenkrechte, leichte Linien, in denen Reihen von Blutkügelchen ſich bewegten, in einer Reihe aufwärts, in der andern abwärts. — Schon beim einfachen Bücken ſieht man in Folge der momentanen Kongeſtion öfters Lichterſcheinungen. Purkinje experimentirte an ſich mit Digitalis in ſtärkeren Doſen. Es erſchienen ihm genau zu bezeichnende Lichtfiguren, konzentriſche Kreiſe, in der Mitte mit Roſetten, die er Flimmerroſen nennt a. a. O. Bd. II. S. 120 fig. 38—40. Purkinje glaubt überhaupt nach ſeinen vielfachen Erfahrungen, daß hinter den allgemeinen unbeſtimmten Ausdrücken von Schein, Flimmern, Funkeln u. ſ. w. jedesmal etwas vorhanden ſey, was bei näherer Betrachtung ſich als etwas ganz Spezielles, räumlich genau Beſtimmtes erweiſen müſſe. Für weitere Verfolgung der ſubjektiven Geſichtsphänomene ſ. das reiche Detail in der angeführten Schrift.

§. 342.

Wie bei allen Sinnesorganen, ſo hat auch vorzüglich beim Sehen die Thätigkeit der Seele großen Einfluß. Wir ſind häufig gewöhnt, etwas als unmittelbares Produkt der Sinnesthätigkeit anzuſehen, was vielmehr von einem höheren Seelenakt herrührt. Dieſe Wechſelwirkung zeigt ſich bei allen intendirten Sehaktionen. Wenn wir einem Gegenſtande, der uns auffällt, die Aufmerkſamkeit zuwenden, ſo entdecken wir an ihm das feinſte Detail, das uns ſonſt entgeht. Wir laſſen dabei, bei dem Sehen, das wir Betrachten nennen, die Augen mit ihren Sehaxen, als den mit der feinſten Perzeption begabten Punkten, über die Oberfläche des Gegenſtandes gleiten, wir betaſten denſelben gleichſam, wie beim intendirten Fühlen (§. 278). Wenn wir dagegen im inneren Sinnen und Nachdenken verloren ſind, oder wenn andere Sinne, z. B. das Gehör, mächtig in Anſpruch genommen ſind, ſehen wir oft nichts, was um uns vorgeht, wir ſtarren vor uns hin. So erkennen wir auch die Nähe und Entfernung der Gegenſtände nicht unmittelbar aus der Empfindung der Bilder, ſondern durch den Verſtand. Wir ſchließen auf die Entfernung aus der bekannten Größe oder Kleinheit der Objekte; wir nehmen die Vergleichung zu Hülfe; wir üben unſern Sinn und bilden uns daraus Urtheile, welche aus Gewohnheit uns als ſolche unmerkbar werden, ſo daß dieſelben oft als Akte des unmittelbaren Sinneseindrucks erſcheinen. Kinder und operirte, von Jugend auf blind geweſene Menſchen ſehen Alles anfänglich in gleicher Ferne, d. h. in einer Fläche. Auch das Urtheil über die Geſtalt der Körper mittelſt des Geſichts geht aus der Erfahrung hervor. Wir werden ſelbſt ſpäter noch getäuſcht, indem uns paſſend gemalte Gegenſtände körperlich erſcheinen [1]). Aufmerkſamkeit und Uebung haben bei dem Gebrauche des Geſichtsſinnes großen Einfluß. Nomadiſche, in großen Ebenen und Steppen lebende, zugleich kriegeriſche Völker haben eine Schärfe

des Geſichts, von welcher wir kaum eine Vorſtellung haben [2]). Die pſychiſche Wirkung des Auges nach außen, der Blick, iſt ein Theil des Geberdenſpiels und ſteht mit der Bewegung der inneren und äußeren Augenmuskeln im Zuſammenhang.

1) Dieſe und verwandte Gegenſtände werden in der allgemeinen Phyſiologie weiter beſprochen werden. — 2) Reiſende erzählen uns von den aſiatiſchen Steppenvölkern, daß ſie aus feinen Staubwölkchen am Horizonte auf viele Meilen weit die Bewegungen und das Heranziehen des Feindes erkennen, da, wo die höheren ruſſiſchen Offiziere oft mit guten Fernröhren nichts wahrnahmen. Dies giebt einen Beweis ab, welche kleine und ſchwache Bilder noch von der Netzhaut perzipirt werden können.

§. 343.

Mehr hat man ſich mit gewiſſen Gegenſtänden in der Lehre vom Sehen abgemüht, welche eigentlich kein Objekt phyſiologiſcher Forſchung ſind, da ſich auf dieſem Wege hierüber zu keinem Endurtheil kommen läßt. Dahin gehört die Thatſache, daß wir die Gegenſtände, welche doch auf der Netzhaut verkehrte Bilder werfen (§. 324), dennoch aufrecht ſehen. Gegenwärtig macht ſich die Anſicht mit Recht geltend, daß für das Auge die Begriffe von verkehrt, aufrecht, rechts und links nur relative ſind. Da nun das beſchauende Auge auch Alles in ſeinen lokalen Verhältniſſen läßt, weil es Alles umkehrt, ſo fehlt der Seele jeder Gegenſatz des Vergleiches, aus welchem obige Begriffe entſpringen; ſie exiſtiren mithin beim gewöhnlichen Sehen gar nicht. Alle Verſuche, eine weitere Erklärung zu geben, müſſen deshalb mißglücken.

Volkmann a. a. O. S. 40 und Joh. Müller Phyſiol. II. S. 357 haben ſich im obigen Sinn gegen die üblichen Erklärungsweiſen ausgeſprochen. Es exiſtirt übrigens über dieſen Gegenſtand eine reichhaltige Literatur. Vergl. darüber Bartels Beiträge zur Phyſiologie des Geſichtsſinns. Berlin 1834. 4. Berthold das Aufrechterſcheinen der Geſichtsobjekte. Göttingen 1835.

§. 344.

Wie wir mit dem Ohre in den Tönen geſetzmäßige Verhältniſſe erkennen, worauf die muſikaliſche Harmonie beruht, wie z. B. manche Töne in gewiſſer Verbindung die Seele angenehm affiziren, ſo finden wir etwas Aehnliches bei den Farben. Alle komplementären Farben machen auf uns einen angenehmen Eindruck, während die Kombination anderer Farben, je greller ſie ſind, uns unangenehm oder geſchmacklos erſcheint. Es giebt eine Farbenharmonie, wie eine Tonharmonie. Aber die Empfänglichkeit dafür ſetzt eine innere Erziehung voraus, die nicht mit der Schärfe des Geſichts und der Empfindung im Zuſammenhange ſteht. Wilde Völker, ungebildete Menſchen lieben in ihren Anzügen ſchreiende Farben, wie Roth und Gelb,

und verbinden ſie, ohne die Disharmonie durch Hinzufügung einer komplementären aufzulöſen u. ſ. w. Dies ſind Gegenſtände in der Lehre von den Sinnen, welche ſich auf die Entwickelung der Künſte und deren genetiſchen Zuſammenhang mit natürlichen Bedingungen beziehen. Sie können, wie ſo Vieles, nicht iſolirt betrachtet werden, daher wir die weitere Beſprechung auf den allgemeinen Theil der Phyſiologie verſchieben müſſen.

Dritter Abſchnitt.

Von der Bewegung.

Vorbemerkungen.

§. 345.

In den organiſchen Körpern kommen eigenthümliche Bewegungen der Materie vor, welche von den äußeren phyſikaliſchen Bewegungen ſich dadurch unterſcheiden, daß ſie nur als begleitende Erſcheinungen des Lebens auftreten. Ein Theil dieſer Bewegungsphänomene ſteht nicht blos mit dem Nervenſyſteme, ſondern auch mit der Seele in inniger Verbindung, denn wir können ſolche durch einen Akt des Willens hervorrufen. Hieher gehören die willkürlichen Bewegungen. Ueberall, wo wir dieſelben auftreten ſehen, erſcheint als Träger derſelben ein eigenthümliches Gewebe, welches wir Muskelgewebe nennen, deſſen Struktur und Eigenſchaften uns zunächſt beſchäftigen werden, worauf wir die wichtigſten kombinirten Muskelbewegungen im Einzelnen betrachten wollen. Die der Willkür entzogenen oder automatiſchen Bewegungen werden ebenfalls großentheils durch Muskelgewebe vermittelt; aber in der Regel unterſcheidet ſich daſſelbe ſchon hiſtologiſch vom Gewebe der willkürlichen Muskeln. Auch geht das Muskelgewebe unmerklich in andere kontraktile Fasergewebe über, ſo daß es ſchwer iſt, feſte Grenzen zu ziehen. Bewegungen eigenthümlicher Art ſind die erſt neuerdings näher erkannten Flimmerbewegungen; ſie ſcheinen ſelbſt großentheils dem direkten Einfluſſe des Nervenſyſtems entzogen, deſſen Einwirkung noch bei den automatiſchen Muskelbewegungen in der Regel ſehr deutlich nachweisbar iſt. An dieſe Flimmerbewegungen reihen ſich einige andere, bis jetzt noch mehr iſolirt ſtehende Bewegungsphänomene, die vorzüglich bei niederen organiſchen Weſen beobachtet wurden und die wir hier nur anhangsweiſe berühren wollen, da ſie mehr ein Gegenſtand der allgemeinen Phyſiologie ſind, welche ſich mit den Urphänomenen und Geſetzen der organiſchen Natur im Ganzen beſchäftigt.

Erſtes Kapitel.

Von der Muskelbewegung im Allgemeinen.

Struktur der Muskeln.

§. 346.

Das Muskel- oder Fleiſchfasergewebe[1]) (tela muscularis) unterſcheidet ſich durch mehrere Bedingungen von den übrigen kontraktilen Faſergeweben, ohne daß ſcharfe Grenzen vorhanden ſind[2]). Es ſind in der Regel mehr oder weniger (durch ein eigenes Pigment) roth, rothbraun, zum Theil auch gelb bis ins Weiße gefärbte[3]), weiche, meiſt leicht zerreißbare, zu Bündeln vereinigte Faſern, welche vorzüglich durch galvaniſche Reizung erregbar ſind und beim Kochen nur ſehr wenig Leim geben[4]).

1) Ueber das Muskelgewebe haben wir zahlreiche mikroſkopiſche Unterſuchungen erhalten. Es hat jedoch längere Zeit gedauert, bis man in einigen Hauptpunkten einig war und bei genauerer Betrachtung kann man eigentlich nur ſagen, daß wir jetzt über das Zerfallen der Muskeln in zwei große Klaſſen, quergeſtreifte und glatte Muskelfaſern, im Allgemeinen einig ſind. Ueber die Anordnung der feinſten Elemente iſt man noch zu keinen entſcheidenden Reſultaten gelangt und man darf ſich nur erlauben, das Geſehene hypothetiſch zu deuten. Ueber die ältere Literatur ſehe man die Zuſammenſtellung bei Hildebrandt von E. H. Weber, bei Henle in dem von ihm bearbeiteten Bande von Sömmerring, in *Mandl* Anatomie microscopique Ière livr. 1838. fol. — Unter den neueſten Arbeiten iſt vorzüglich zu nennen: Skey in den Philos transactions. 1837. Dann beſonders Bowmann ebendaſ. 1840 mit zahlreichen Abbildungen, ferner Henle a. a. O. S. 573, ſowie die hiſtologiſchen Handbücher von Bruns, Krauſe, Gerber, dann Valentin Artikel Muskeln im Berliner Encyklopäd. Wörterb. der medizin. Wiſſenſch. Bd. 24. S. 203. — 2) Ueber die anderen kontraktilen Faſern, das elaſtiſche Gewebe u. ſ. w. wird weiter unten, im dritten Kapitel, die Rede ſeyn. — 3) Beim Menſchen und den Wirbelthieren ſind die Mehrzahl der Muskeln roth gefärbt; die meiſten Knochenfiſche haben aber ein weißes oder gelbes Fleiſch; doch iſt es auch bei einigen, z. B. dem Thunfiſch, ſehr dunkelroth. — 4) Man iſt genöthigt, dieſen phyſiologiſchen und chemiſchen Charakter wenigſtens vorläufig zur Definition des wahren Muskelgewebes aufzunehmen, wie es Henle gethan hat a. a. O. S. 574.

§. 347.

Nach der erſten mikroſkopiſchen Anſicht kann man ſämmtliche ächte Muskelfaſern in zwei große Hauptabtheilungen oder Formationen bringen. 1) Einfache, nicht quergeſtreifte, ſogenannte organiſche Muskelfaſern. Sie beſtehen aus glatten, einfachen, cylindriſchen, meiſt mehr blaſſen Faſern, welche ſich parallel an einander legen und ſo Bündel bilden, welche durch Zellgewebe vereinigt werden, ſonſt aber beſonders weich, leichter zerreißbar und ſcheidenlos erſcheinen. Dieſe einfachen Faſern findet

man vorzüglich in den inneren Körperhöhlungen, wo ſie z. B. im Magen, Darm, in der Blaſe deutlich und ſtark entwickelt ſind. Die Faſern in den Ausführungsgängen der größeren Drüſen, z. B. des Gallenganges, die Faſern in den Venen, in den Netzbalken der Ruthe und Klitoris ſcheinen ebenfalls zu dieſen organiſchen Faſern zu gehören. Die feinſten Fäſerchen oder Primitivfaſern, welche noch deutlich ſind, meſſen wohl 1/1000 Linie; ſie ſind jedoch kaum iſolirt darzuſtellen und überhaupt nicht weiter mikroſkopiſch zu analyſiren. — 2) Zuſammengeſetzte oder ſogenannte quergeſtreifte Muskelfaſern, wo man auf der Oberfläche der Bündel und Faſern eine quere Streifung wahrnimmt (Ic. physiol. Tab. XXX. fig. I—VI.), welche rechtwinkelig über die feinen Längsfäſerchen wegläuft. Sie erſcheinen vorzüglich intenſiv roth gefärbt und kommen vornehmlich den äußeren, willkürlichen Muskeln, und dieſen faſt ohne Ausnahme, zu [1]). Auch die Augen- und inneren Ohrmuskeln, die Zunge, der Gaumen, der größte Theil der Speiſeröhre, das Zwerchfell, ſowie das Herz (wo jedoch die Querſtreifung zarter iſt) gehören zu dieſem Syſteme von Muskeln. Außer bei den Wirbelthieren, findet man auch bei vielen Wirbelloſen, z. B. den Inſekten und Krebſen, ſo wie bei noch niederern Thieren ſolche quergeſtreifte Muskeln, welche dagegen anderen Thieren ganz zu fehlen ſcheinen [2]). Im Allgemeinen kann man ſagen, daß die quergeſtreiften Muskelfaſern an den animalen Syſtemen, die einfachen Muskelfaſern in dem vegetativen Syſteme vorkommen, daß jene aus dem ſeröſen Blatte der Keimhaut, dieſe aus dem Schleimblatte entſtehen.

1) Unter den freien Körpermuskeln fehlen die Querſtreifen wie es ſcheint nur den Musc. retractores penis, clitoridis und vaginae. — 2) Bei den Inſekten kann man ſie ſehr ſchön ſehen; ich habe die Querſtreifen neuerdings ſelbſt bei den Meduſen beobachtet (Ic. zootom. Tab. XXXIII). Eſchricht ſah ſie bei den Salpen, ſo daß alſo die Zartheit und ſelbſt Durchſichtigkeit der Subſtanz kein Hinderniß für ihre Entwickelung bietet. Die Würmer (Ic. physiol. Tab. XXX. fig. V), die Schnecken, Polypen ſcheinen blos einfache, ungeſtreifte Muskeln zu beſitzen. Vergl. meinen Aufſatz in Müller's Archiv 1835.

§. 348.

Worinnen eigentlich die Querſtreifung ihren morphologiſchen Grund habe, darüber ſind die Beobachter nicht einig und es iſt in der That ſehr ſchwierig, darüber ein entſcheidendes Urtheil abzugeben. Mit der Entſcheidung dieſer Frage hängt aber ſehr nahe eine andere zuſammen, nämlich ob die Primitivfaſern einfache, gleichmäßig dünne Fäden ſind, oder ob ſie aus perlſchnurförmig verbundenen Kügelchen beſtehen und alſo gegliedert ſind. Es herrſchen hierüber zwei Hauptanſichten: 1) die Einen nehmen an, die Primitivfaſern beſtänden aus Kügelchenreihen und die Querſtreifung ſey nichts Anderes als der optiſche Ausdruck für eine Reihe parallel neben einander liegender, roſenkranzartig gegliederter, feiner Faſern. —

2) Andere dagegen erklären die Primitivfaſern dieſer quergeſtreiften Muskeln für eben ſo glatt, wie die der vegetativen Muskeln; ſie nehmen dann eine zarte, quergerunzelte Hülle an, welche die Primitivfaſern, in Bündel vereinigt, umgiebt und welche nach einigen Beobachtern durch ein Band gebildet wird, das ſpiralig um die Bündel herumläuft und ſich ſelbſt abwickeln läßt.

Für die Anſicht sub 1 ſprechen ſich vorzüglich Schwann, Joh. Müller u. A. aus, für die Anſicht sub 2 Lauth, Jordan, Krauſe, Bruns u. ſ. w., früher Valentin und ich. Zweifelhaft ſind Henle, wie gegenwärtig auch Valentin und ich ſelbſt, ohne die Anſicht sub 1 zu theilen. Mandl nimmt ein wohl kaum nachweisbares ſpiraliges Band (Ic. physiol. Tab. XXX. fig. VII. B) an, das den Spiralfaden in den Tracheen der Inſekten vergleichbar wäre. Uebrigens theilen Valentin, Henle, Krauſe und ich ſelbſt, auch wenn man von der Scheide abſtrahirt, nicht die Anſicht, daß die quere Streifung der optiſche Ausdruck der perlſchnurförmigen Primitivfaſern ſey; ſie würde dann vielmehr von der Einknickung der Primitivfaſern bei der Kontraktion abzuleiten ſeyn.

§. 349.

Folgendes läßt ſich bei der mikroſkopiſchen Betrachtung der quergeſtreiften Muskeln, die zugleich die vollkommenſte Formation des Muskelgewebes darſtellen, mit einiger Sicherheit wahrnehmen. Die in der Anatomie als Muskelbündel, **fasciculi musculares**, bekannten, durch ſtarke Zellgewebsſcheiden von einander abgeſonderten, gröberen, dem bloßen Auge ſichtbaren Längsabtheilungen, in welche die Körpermuskeln zerfallen, laſſen ſich in eine Reihe feinerer Bündelchen, die ſogenannten Muskelfaſern, **fibrae musculares**, theilen. Dieſe Muskelfaſern ſind 1/30 bis 1/100 Linie dick, prismatiſch, drei-, vier- oder fünfſeitig und von verſchiedener Länge, je nach der Form des Muskels, den ſie gewöhnlich in ſeinem ganzen Längsdurchmeſſer durchlaufen, ohne ſich zu theilen. Indem ſich eine größere oder geringere Anzahl parallel und in verſchiedenen Schichten an einander legt, bilden dieſe zum Theil mit bloßem Auge noch ſichtbaren Muskelfaſern die oben beſchriebenen Muskelbündel, welche zum Muskelbauch zuſammentreten. Betrachtet man eine abgelöſte friſche Muskelfaſer vom Menſchen oder irgend einem Wirbelthiere (**Ic. physiol. Tab. XXX. fig. I.**) bei einer 2- bis 300maligen Vergrößerung, ſo ſieht man bei ſcharfer Einſtellung des Mikroſkops auf der Oberfläche zarte, etwas wellenförmig um die ganze Breite der Faſer herumgehende Querlinien, die ungefähr in einer Diſtanz von 1/800—1/1000 Linie parallel verlaufen und einigermaßen den Linien auf der Volarſeite der Fingerſpitzen gleichen. Betrachtet man mit aplanatiſchen Okularen blos die Oberfläche einer Muskelfaſer, ohne zugleich in die Tiefe zu ſehen, ſo erkennt man nur die Querlinien, ſtellt man den Focus etwas tiefer, ſo erſcheinen auch Abtheilungen in der Länge; je weiter man in die Tiefe ſchaut, um ſo mehr verſchwinden die Querſtreifen und die parallelen

Längsſtreifen, als Ausdruck der Primitivfaſern, kommen zum Vorſchein. Dieſe Primitivfaſern, fibrillae musculares, laſſen ſich auch durch leichte Maceration theilweiſe iſolirt darſtellen; es ſind ſehr feine, nur $^{1}/_{1000}$ Linie meſſende, ziemlich gleichmäßig dünne, nicht eigentlich gegliederte Fäden. Das Vorhandenſeyn einer Scheide, deren Runzeln die Querſtreifung hervorbringen ſoll, dann die von einigen Schriftſtellern beſchriebene innere Höhlung der Muskelfaſern, um welche die Primitivfaſern wie um eine Höhle gelagert ſeyn ſollen, die Formbeſchaffenheit der Primitivfaſern u. ſ. w. ſind Gegenſtände, über welche ſich zur Zeit nur Muthmaßungen, keine ſicheren Urtheile fällen laſſen.

Ich habe hier abſichtlich mich möglichſt vorſichtig ausgedrückt und nur das ſinnlich Erkennbare beſchrieben, indem man bei ſorgfältiger Beobachtung immer mehr ſich überzeugt, wie ſchwer es iſt, über die feinſten Elementartheile der Gewebe völlig ſichere Urtheile zu fällen. Ich will einige Kontroverſen hier näher beſprechen, muß jedoch über weiteres Detail auf die hiſtologiſchen Handbücher und Monographien verweiſen. In Fig. I. der Jc. phys. iſt eine friſche Muskelfaſer vom Rinde von $^{1}/_{30}$ Linie Dicke abgebildet, wie ſie oben näher beſchrieben wurde und von jedem Anfänger leicht ebenſo wieder geſehen wird. Das obere Ende läßt nur Querſtreifen erkennen; aber man wird finden, daß dieſelben partienweiſe etwas abgeſetzt erſcheinen, gleichſam als ſonderten ſie weitere Fäſerchen oder Bündelchen ab; das entgegengeſetzte untere Ende zeigt nur Längsſtreifen oder Primitivfaſern, indem hier der Focus mehr in die Tiefe geſtellt wurde; wo die Muskelfaſer unten abgeriſſen iſt, ſieht man ſehr ſchön die treppenartigen Abſätze, hervorgebracht durch die verſchiedenen Lagen der Primitivfaſern, welche ſich beim Ablöſen verſchieden zuſammenzogen; in der Mitte der Muskelfaſer iſt das Mikroſkop ſo eingeſtellt, daß man Quer- und Längsſtreifen zu gleicher Zeit, je nach der ungleichen Oberfläche der Faſer, bald jene, bald dieſe beſſer erkennt. Die Querſtreifen ſind in der Regel etwas ſehr Beharrliches und ein recht charakteriſtiſches Merkmal für die animalen Muskeln, ſo daß man ein Minimum derſelben ſogleich unter dem Mikroſkop dadurch beſtimmen kann. Unter manchen Verhältniſſen ſind die Querfaſern undeutlicher, z. B. in Körpern mit ſehr ſchlaffen Muskeln, bei ſehr jungen Thieren; ſie ſind aber auch hier oft ſehr deutlich und bei lebendigen Froſchlarven zunächſt der Wirbelſäule im Schwanze ſehr ſchön zu ſehen. Sie ſind ſehr deutlich bei gekochtem, gebratenem Fleiſche, bei Muskeln, die in Weingeiſt gelegen haben (fig. II. B); hier (vergl. auch fig. VI. B) erſcheinen die Querſtreifen als wirkliche Querrunzeln, mit ſeitlichen Einkerbungen, ſo daß man glauben könnte, eine eigene Scheide gehe um den Muskelbündel, zumal da man (wie ich beſonders bei Inſektenmuskeln finde), öfters am abgeriſſenen Ende die Primitivfaſern frei iſolirt und die Querſtreifung plötzlich aufhören ſieht (Tab. XXX. fig. VI. A). Dagegen erkennt man durch Iſolirung ſehr feiner Muskelprimitivfaſern (fig. III. A und B), welche nur die Dicke der Zellgewebsfäden haben, öfters die queren Streifen auf den feinſten Fäſerchen, welche ſich der Länge nach iſoliren laſſen. Den ſicherſten Anhaltspunkt werden Querſchnitte geben, wo ſich aber allerdings in der Cirkumferenz der Bündel bei gehärteten Muskelfaſern eine eigene Scheide nicht mit Sicherheit nachweiſen läßt. Die Beobachter, welche wie Skey, Valentin u. A. im Innern der Muskelbündel einen Centralkanal ſtatuiren, ſchließen dies vorzüglich daraus, daß friſche Muskelbündel, quer durchſchnitten, ſich oft im ganzen Umkreis nach außen ſtülpen, ſo daß eine Art trichterförmiger Eingangshöhle entſteht. Ich habe mich mit Henle beim Menſchen und bei den Wirbelthieren nicht von der Anweſenheit eines ſolchen Kanals überzeugen können, ohne daß ich ſelben deshalb läugnen will. Dagegen glaube ich in der That in den quer-

geſtreiften Muskelfaſern der Meduſen einen Centralkanal konſtant und deutlich geſehen zu haben. Vergl. meine Schrift über den Bau der Pelagia noctiluca. 1841. Auch die von Henle a. a. O. Tab. IV. fig. 4 B abgebildete Markſubſtanz im Innern, wie ſie allerdings öfters, namentlich bei Behandlung mit Eſſigſäure erſcheint, halte ich, wenigſtens zum Theil, für ein Kunſtprodukt. Die künſtlichen Methoden, als Maceration ꝛc., um dadurch die perlſchnurförmige Struktur der Primitivfaſern zu erweiſen, können keine ſichere Entſcheidung geben. Immer mehr wird es ſich in der Hiſtologie herausſtellen, daß die wichtigſten Reſultate ſich ſtets aus einer umſichtigen Beobachtung möglichſt friſcher Theile ergeben, ohne alle Reagentien, unter bloßer Anwendung von Eiweiß und Blutwaſſer, und bei zweckmäßiger mechaniſcher Behandlung, die man ganz in ſeiner Gewalt haben kann. Gute Abbildungen der gröberen Verhältniſſe der Muskeln, namentlich der Aggregation der Muskelfaſern u. ſ. w. finden ſich bei *Prochaska* de carne musculari tractatus. Viennae 1778. Die feineren Verhältniſſe ſind bei Bowmann, dann namentlich auch bei Henle ſehr gut dargeſtellt. Vergl. auch Ic. physiol. Zur Betrachtung der natürlichen Auflöſung der Muskelbündel in Faſern und deren Endigung in elaſtiſches Gewebe empfehle ich vorzüglich die Muskeln am Rückengefäß oder Herzen von *Scolopendra.* Ic. phys. Tab. XXX. fig. IV.

Lebenseigenſchaften der Muskeln.

§. 350.

Alle Muskelfaſern, die quergeſtreiften ſowohl, als die einfachen, beſitzen die Fähigkeit, ſich auf innere oder äußere Reize zu kontrahiren. Früher nahm man an, daß dieſe Bewegung der Muskeln, als Reaktion auf Reize, von einer ihnen eigenthümlichen Reizbarkeit herrühre, die man unter dem Namen der Muskel-Irritabilität als organiſche Grundkraft betrachtete. Neuerdings hat ſich jedoch immer allgemeiner die Anſicht geltend gemacht, daß die Bewegungsfähigkeit der Muskeln oder vielmehr das Eintreten der Bewegung auf Reize nicht den Muskeln eigenthümlich iſt, ſondern daß die Fähigkeit ihnen nur von den Nerven mitgetheilt wird. Allerdings geht aus allen Verſuchen hervor, daß die Kontraktion direkt vom Nervenſyſtem abhängig iſt. Auf Reizung der zu Muskeln gehenden Nervenſtämme erfolgt eine Zuſammenziehung der erſteren (§. 237); eben ſo bewirkt zwar eine direkte Applikation von Reizen auf Muskeln auch Zuſammenziehungen, jedoch nur dann, wenn ſie Nervenfaſern enthalten. Iſolirt man ſehr kleine Muskelfaſern vollkommen von ihrer Nervenſubſtanz, ſo reagiren ſie nicht mehr auf Reize. Der mächtigſte Reiz auf die quergeſtreiften Muskeln iſt der galvaniſche, deſſen man ſich daher vorzüglich auch bei Verſuchen bedient. Auf die automatiſchen Muskeln wirken mechaniſche und chemiſche Reize bei direkter Applikation gewöhnlich kräftiger als galvaniſche.

Die von Haller aufgeſtellte Irritabilitätslehre iſt in neueren Zeiten allgemein verlaſſen worden. Humboldt, Joh. Müller, Valentin u. A. haben durch Experimente zu erweiſen geſucht, daß die ſogenannten Muskelreize eigentlich nur Nervenreize

ſind und daß ſelbſt die Nerven ihr Vermögen, den Muskeln die Reize zuzuleiten und letztere zu Kontraktionen zu veranlaſſen, bald verlieren, wenn ſie vom Gehirn und Rückenmark einige Zeit getrennt ſind (vergl. §. 241). Neuerdings hat Stannius wieder den Nerven eine eigenthümliche Irritabilität vindizirt. S. Froriep's Notizen für 1841. Sept. Die Kritik dieſer Anſichten iſt die Aufgabe der allgemeinen Phyſiologie. Ueber die Lebenseigenſchaften der Muskeln vergl. die weiteren Nachweiſungen in Henle bei Sömmerring S. 593 und Valentin in ſeinem oben angeführten Artikel.

§. 351.

Die Zuſammenziehungen der Muskeln, wie ſie ſich leicht beobachten laſſen, ſind entweder toniſch, d. h. die Kontraktion hält eine Zeitlang an, oder kloniſch, d. h. ſie geht raſch in Erſchlaffung über. Letztere Kontraktionen nennt man auch Muskelzuckungen. Dieſe Erſcheinungen hängen vorzüglich vom Einfluß des Nervenſyſtems ab. Leichte, vorübergehende Reizungen, direkte Einwirkung der Reizung auf die peripheriſchen Theile des Nervenſyſtems, z. B. nach Trennung der Nerven von den Centraltheilen, erregt nur kloniſche Zuſammenziehungen, wie man bei einfachen Verſuchen mit jedem galvaniſchen Apparat ſehen kann (§. 243). Die kloniſche Kontraktion oder die Muskelzuckung iſt um ſo ausgedehnter, kräftiger, je ſtärker der galvaniſche Reiz iſt. Toniſche Krämpfe, wie z. B. Tetanus, ſcheinen immer Folge von Reflexionsbewegungen zu ſeyn, oder ſie kommen wenigſtens nur unter Mitwirkung der Centraltheile des Nervenſyſtems zu Stande. So kann man eine toniſche Kontraktion eben ſo gut durch Willenseinfluß zu Stande bringen, als durch Fortleitung eines peripheriſchen Reizes auf die Centraltheile, wie im Wundſtarrkrampf.

Vergl. hierüber die entſprechenden Kapitel dieſes Buches, welche die Nerven und die Funktion der Centraltheile betreffen.

§. 352.

Viele andere Phänomene, welche ſich bei Muskelbewegungen zeigen, haben ihren Grund ebenfalls im Nervenſyſtem. Dahin allein gehört wahrſcheinlich auch der Tonus der Muskeln, die Spannung der Muskeln, während des Lebens, welche in den einzelnen Muskelpartien und unter verſchiedenen Bedingungen ſehr verſchieden iſt. Es iſt dies ein größerer oder geringerer, von Bewußtſeyn und Willkür unabhängiger Grad von Kontraktion, der beſtändig währt und erſt nach dem Tode erliſcht. So ſind die Sphinkteren des Maſtdarmes, der Blaſe, im normalen Zuſtande ſtark kontrahirt. Beim wachenden Menſchen ſind alle Muskeln in einem ſtärkeren Tonus, als im Schlaf; aber auch hier iſt der Tonus aller willkürlichen Muskeln wieder viel größer, als z. B. in dem letzten Stadium der Nervenfieber, wo die Kranken im Bette ganz zuſammenſinken. Die Lähmung der Muskeln geht ebenfalls von den Nerven aus.

Worin die Todtenſtarre ihren Grund hat, ob in einer aktiven Zuſammenziehung der Muskeln oder in einer Veränderung resp. Gerinnung und Verdichtung ihrer Subſtanz, iſt noch nicht ermittelt. Nach den zahlreichen Beobachtungen von Sommer de signis mortem hominis absolutam indicantibus. Havn. 1833, bei Henle a. a. O. S. 595 ſoll ſich die Todtenſtarre nicht früher als 10 Minuten und nicht ſpäter als 7 Stunden nach dem Tode einſtellen. Von Einfluß dürfte unſtreitig die Stagnation und Veränderung des Blutes in den Kapillargefäßen der Muskeln ſeyn. — Wie verſchieden der Tonus der Muskeln, wie abhängig derſelbe von den Centraltheilen ſey, ſieht man z. B. bei Ohnmachten, beim Schreck, bei Trunkenen. Mit Recht hat man bemerkt, wie richtig der Künſtler, der Maler dieſe Verhältniſſe auffaſſen muß, wenn er die Natur treu nachbilden will. Die Form u. ſ. w. der Glieder und des Rumpfs, die Totalanſicht des ganzen Körpers wird deshalb auch bei einem Schlafenden eine ganz andere, als bei einem Todten.

§. 353.

Die Gruppirung und Lagerung der Muskeln ſteht im innigen Zuſammenhange mit ihrer Funktion, mit der Form und dem Bedürfniſſe des Organismus und deshalb auch mit dem geſammten Nervenſyſteme. Die Muskulatur des Menſchen, wie der Thiere, iſt ſo angeordnet, daß eine Gruppe von Muskelfaſern und ganzen Muskeln einer anderen antagoniſtiſch entgegenwirken oder ihr das Gleichgewicht halten kann. Dadurch entſtehen die Flexoren und Extenſoren, Abduktoren und Abduktoren, Sphinkteren und Relaxatoren, Ringfaſern und Längsfaſern u. ſ. w. Ein mittlerer Tonus beiderlei Arten oder ein geringes Vorherrſchen des einen vor dem andern, findet im gewöhnlichen Zuſtande ſtatt. Bei krankhaft erhöhtem Tonus treten Krämpfe oder Kontrakturen ein, welche mit Erſchöpfung und Lähmung endigen können. Immer wird die Muskelbewegung auf einer oder beiden Seiten des Körpers ſo geleitet, daß eine zweckmäßige Totalbewegung herauskommt, es mag hiebei die Bewegung willkürlich oder unwillkürlich, bewußt oder unbewußt erfolgen. Bei allen inſtinktartigen Bewegungen, ja ſelbſt bei dekapitirten Thieren, bei den Bewegungen des Embryo, iſt dies ebenfalls der Fall.

Vergl. hierüber das vierte Kapitel dieſes Buchs.

§. 354.

Die Muskelſubſtanz ſelbſt betreffen diejenigen Aktionen, welche wir unter Mechanik der Muskelbewegung zuſammenfaſſen und in den folgenden Kapiteln im Detail abhandeln. Hier iſt die örtliche Wirkung der Muskeln zunächſt bedingt von der Richtung der Zuſammenziehung der Muskelfaſern, die je nach den Anheftungspunkten, je nach der Mitwirkung einzelner oder aller Partien und Faſern iſolirter Muskeln wieder ſehr verſchieden ausfällt. Ein jeder Muskel iſt gewiſſermaßen ein für ſich wirkendes Organ, deſſen einzelne Faſern wieder ihre eigene Funktion haben. Wenn man einen größeren Muskel eines Thieres entblößt, oder wenn bei

Operationen am Menſchen, z. B. bei einer Exſtirpation der Bruſtdrüſe, der breite Musc. pectoral. major bloßgelegt wird, ſieht man das Spiel der einzelnen Muskelbündel und Faſern, welche gleichſam wie die Taſten eines Klaviers bewegt werden.

§. 355.

Die Mechanik der feinſten Theile der Muskeln iſt von beſonderer Wichtigkeit und hier nur unter dem Mikroſkop beobachtbar. Am ſchönſten iſt dieſelbe bei kleinen wirbelloſen Thieren wahrzunehmen, welche man ganz oder größtentheils unter das Mikroſkop bringen kann [1]). Es ſcheinen zwei Hauptaktionen ſtattzufinden: 1) leichte, mehr wellenförmige Kräuſelungen laufen über die ganze Muskelfaſer weg; es findet dabei ein Oscilliren und Zittern der Faſer ſtatt. Bei den quergeſtreiften Muskeln werden die Querſtreifen deutlicher und es bilden ſich förmliche Erhebungen und Einkerbungen [2]). — 2) Es treten ſtärkere Einbiegungen auf, in deren Folge die Muskelfaſern eine Zickzackform (Tab. XXX. fig. V.) annehmen und ſich beträchtlich, um den vierten, ja ſelbſt um den dritten Theil ihrer Länge, verkürzen. Dieſe, bei kräftigen Kontraktionen ſtattfindenden, ſtärkeren Einknickungen theilen ſich von den Faſern den kleineren Bündeln mit [3]). Die Art und Weiſe, wie ſich die Primitivfaſern dabei verhalten, läßt ſich durch Beobachtungen nicht angeben. Immer bedingen ſie eigentlich die Zickzackbiegungen des Bündels; ob ſie ſich ſelbſt weiter zuſammenziehen, iſt unbekannt. Jedenfalls aber tritt in ihrer Subſtanz, d. h. in ihrem molekularen Aggregationszuſtande, keine Veränderung ein [4]). Verſuche haben wenigſtens gezeigt, daß die Muskelkraft ſich umgekehrt verhält, wie der Grad der Kontraktion. Jeder Muskel hat bei ſeiner normalen Länge die ſtärkſte Kraft und ſie wird bei der höchſten Zuſammenziehung $=0$ [5]). In der Ruhe nehmen die Bündel und Primitivfaſern wieder ihre gerade Richtung an; doch erſcheinen ſie, vielleicht vermöge ihrer natürlichen Elaſtizität, immer etwas wellenförmig gebogen (fig. I).

1) Es empfehlen ſich hierzu kleine Kruſtenthiere und beſonders durchſichtige Inſektenlarven, die man häufig in ſtehenden Waſſern haben kann. Ganz vorzüglich ſchön läßt ſich die Zickzackbeugung bei einem in Teichmuſcheln (Anodonta) ſchmarozend lebendem Saugwurme, dem Distoma duplicatum (vergl. Tab. XXX. fig. V. B C) im Schwanze dieſes Thieres beobachten. Die Muskeln haben hier keine Querſtreifen. — Daraus erklärt ſich wohl auch, warum ſich die Querſtreifung beſonders ſchön an Muskeln von Thieren zeigt, die man in Weingeiſt getödtet hat, ſelbſt wenn man ſie nach Jahren erſt herausnimmt und unterſucht. — 3) Die Einbiegungen habe ich öfter, z. B. bei Distoma duplicatum ſo ſtark geſehen, daß die gewöhnlich ſtumpfen Winkel wirklich in rechte Winkel übergehen. — 4) Durch übereinſtimmende Verſuche iſt die Meinung widerlegt, daß die Muskeln auch bei der Kontraktion ein geringeres Volum einnehmen, als in der Ruhe. Erman zeigte, daß das Waſſer in einer graduirten Röhre bei der Kontraktion eines Muskels ſo unbedeutend ſank, daß es nicht in Betracht kommen kann. — 5) Schwann hat genaue Verſuche bei Fröſchen angeſtellt. S. Müller's Phyſiolo-

gie. Bd. II. S. 59 u. f. Vergl. außerdem Valentin und Henle a. a. O. und die ſchätzbaren älteren Unterſuchungen von Prévoſt und Dumas in *Magendie* Journal de physiol. Vol. III.

§. 356.

Wie ſchon früher bemerkt wurde, zerfallen die Muskelbewegungen in zwei große phyſiologiſch und zum Theil anatomiſch trennbare Gruppen, dieſe ſind: 1) die willkürlichen Muskelbewegungen, bei den Wirbelthieren meiſt durch quergeſtreifte Muskeln vermittelt. Sie ſind die vollkommenſten und haben das Eigenthümliche, daß ſie durch Uebung ſowohl an Intenſität, als an Manchfaltigkeit gewinnen. Sie ſind alſo einer Kultur fähig. Dadurch wird es auch möglich, einzelne Muskeln oder Muskelgruppen, welche im Antagonismus ſtehen und deren Wirkungen gleichſam nach einer, vom Nervenſyſtem abhängigen, präſtabilirten Harmonie erfolgen, zu iſoliren. Umgekehrt gelingt es auch dadurch, anatomiſch nicht oder unvollkommen verbundene, nicht zuſammenwirkende Muskeln zu einer gleichzeitigen Combination ihrer Thätigkeit zu zwingen. Bei ſeltener Uebung gehorchen daher dieſe Muskeln auch nur langſam dem Willen, und bei Nichtübung verlieren manche die Fähigkeit der Kontraktion ganz und gar, wie z. B. die Muskeln des äußeren Ohres (§. 299) [1]. — 2) Die automatiſchen Muskelbewegungen; ſie werden meiſt (mit Ausnahme des Herzens) durch Muskeln ohne Querſtreifen ausgeführt [2]. Sie ſind einer Vervollkommnung unfähig und alle dieſe Bewegungen ſind wahrſcheinlich reflektirte. Die Herz-, Athem-, Darmbewegungen, die Bewegungen der Ausführungsgänge der Drüſen gehören hieher. Auf viele dieſer Bewegungen hat der Wille gar keinen Einfluß (Herz, Darm), während jedoch Affekte, Leidenſchaften, pſychiſche Vorgänge im Senſorium allerdings darauf influiren. Beim Athmen und den damit vergeſellſchafteten Bewegungen, als Lachen, Gähnen, Nieſen, hat der Wille wenigſtens Einfluß auf die Intenſität, und ſie können durch einen Willensakt bis zu einem gewiſſen Grade unterbrochen werden. Hiebei ſind quergeſtreifte Muskeln thätig. Gewiſſe, inſtinktartige Bewegungen ſtehen gleichſam in der Mitte zwiſchen willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen [3].

1) Die Erwerbung der meiſten mechaniſchen Fertigkeiten beruht auf Uebung. Große Uebung macht, daß gewiſſe Muskelaktionen in größter Schnelligkeit und Harmonie ausgeführt werden, alſo den leiſeſten Nervenſtrömungen folgen. Je kombinirter die Bewegungen ſind, je mehr eine raſche Folge von Muskelaktionen dazu gehört, um ſo frühzeitiger und ausgedehnter muß die Uebung ſeyn; wobei ſich große Verſchiedenheiten bei den menſchlichen Individuen und den einzelnen Thieren zeigen. Das Kind muß jede Ortsbewegung, das Gehen erlernen, während das Huhn, viele Säugethiere, ſogleich nach der Geburt laufen können. Wie langſam und unvollkommen erfolgen die Bewegungen der Finger bei Anfängern im Klavier- und Violinſpiel, der Füße beim Tanzen, gegen diejenigen fertiger Künſtler, indiſcher Jongleurs u. ſ. w.! Im Anfange iſt gleichſam die Intention zu ſehr auf die einzelnen Akte der nöthigen Bewegungen vertheilt. Später

bildet Wille und Bewegung dagegen nur einen Akt. Die nicht geübten Muskeln verlangen gleichſam viel mehr Willensenergie und die Kontraktionen erfolgen ſehr langſam, wie man z. B. bei Verſuchen, den Palmaris brevis zu bewegen, an ſich leicht beobachten kann. Der Einfluß der Uebung auf die Iſolirung und Kombinirung gewiſſer Muskelbewegungen hat natürlich gewiſſe Grenzen, die ihren Grund in beſtimmten mechaniſchen oder organiſchen Bedingungen haben, wie z. B. auch die Bewegung der Augenmuskeln (vergl. §. 327 und Anm.). — 2) Eine große Reihe von pathologiſchen Einflüſſen kann auch willkürliche Muskeln in automatiſche Bewegungen verſetzen, wie dies z. B. bei Krämpfen der Fall iſt. Hier ſind die Bewegungen reflektirt. — 3) Dahin gehören z. B. die Saugbewegungen der Neugeborenen, welche merkwürdiger Weiſe bei manchen Säugethieren, z. B. den Beutelthieren, ſchon von ganz unentwickelten Embryonen ausgeführt werden. Weiteres Detail, dieſen Paragraph betreffend, gehört in die allgemeine Phyſiologie. Der Grund aller der berührten Verhältniſſe liegt im Nervenſyſtem. S. auch ſpäter den vierten Abſchnitt dieſes Buches.

Zweites Kapitel.

Von den kombinirten willkürlichen Bewegungen.

Von der Ortsbewegung.

§. 357.

Die Grundbedingung der Ortsbewegung des Menſchen auf zwei Füßen iſt die Fähigkeit, den Körper aufrecht zu tragen. Die Säugethiere können weder anhaltend ſtehen, noch gehen. Beim Menſchen balancirt der Kopf bei aufrechter Stellung und vorwärts gerichtetem Geſicht genau unter ſeinem Schwerpunkt auf dem Atlas oder erſten Halswirbel [1]). Das Hinterhauptsloch liegt deshalb auf der Baſis des Schädels viel weiter nach vorne, als ſelbſt bei den höchſten, menſchenähnlichſten Affen [2]). Bei dieſen, wie bei allen Säugethieren, liegt das Hinterhauptsloch ſo weit nach hinten und hängt mehr oder weniger ſenkrecht vor der in horizontaler Richtung liegenden Wirbelſäule herab und nur das ſtarke Nackenband (ligamentum nuchae), ſowie die Nackenmuskeln ziehen den Kopf nach hinten und verhüten ſo auch das Ueberfallen deſſelben nach vorne, das ſonſt durch deſſen natürliche Schwere ſtattfinden müßte. Beim Menſchen bedarf es nur einiger Tonicität der Hals- und Nackenmuskeln, um den balancirenden, ziemlich in der Mitte auf die Wirbelſäule eingefügten Kopf aufrecht auf derſelben zu erhalten. Denn bei der hohen Lage des Schwerpunkts behält der Kopf immer einige Neigung, nach der einen oder anderen Seite überzuſchlagen. Kopf und Hals zuſammen können nach vorne und hinten ungefähr 75°, nach den Seiten 45° bis 50° von der ſenkrechten Linie abweichen und

nach jeder Seite ungefähr 65° bis 75°, alſo ungefähr den fünften Theil eines Kreiſes, bewegt oder gedreht werden [3]). Der Kopf bildet mit dem Halſe einen doppelarmigen Hebel, deſſen hinterer kürzerer Arm das Hinterhaupt, der vordere längere Arm der Vorderkopf und das Geſicht iſt. Beim Stehen ruht die Laſt des Körpers auf den Füßen, welche mit dem Ferſenbein, dem Ende der Mittelfußknochen, vorzüglich den Ballen der großen Zehe und den äußeren Fußrändern und den Spitzen der Zehe, den Boden berühren. Die unteren Extremitäten bilden die Stützen, auf denen der Körper ruht. Die Stelle des Schwerpunkts fällt bei ganz geſtrecktem Körper einige Linien über das Vorgebirge (promontorium). Der Schwerpunkt liegt alſo über der Querachſe der Schenkelköpfe, welche die Stützpunkte bilden. Das Becken ſelbſt ſtellt mit den feſtſtehenden Oberſchenkeln einen doppelarmigen Hebel dar, deſſen Stützpunkt die in den Pfannen (acetabula) eingeſchloſſenen Köpfe der Oberſchenkelbeine ſind. Die Wirbelſäule iſt in ihrer vollkommen natürlichen Lage, bei aufrechter Stellung, ſchlangenförmig gekrümmt und macht, ohne Einwirkung der Muskeln, zwei Beugungen nach vorne, zwei nach hinten. Da aber die Wirbelſäule durch die ihr angefügte Laſt von Muskeln und Eingeweiden, im Bruſtkorb und Unterleib, nach vorne ſinken würde, ſo befinden ſich die Streckmuskeln ſtets in einer gewiſſen Kontraktion. Alle um die Pfanne herumliegenden Muskeln werden nur die gewöhnliche Tonicität nöthig haben, um den Rumpf aufrecht zu erhalten. Aber ſchon die bloßen rhythmiſchen Bewegungen des Herzens und der bei der Reſpiration thätigen Muskeln verrücken den Schwerpunkt, weshalb auch beim ruhigen Stehen ſich die Muskeln ſtets in einer gewiſſen Thätigkeit befinden. Die Auswärtsroller des Oberſchenkels und einige andere Muskeln wirken dem Ueberfallen des Rumpfes nach vorne entgegen [4]). Die Beuger des Oberſchenkels und einige dem Unterſchenkel zugleich angehörige Muskeln verhüten das Ueberfallen des Rumpfes nach hinten [5]). Auf gleiche Weiſe ſind dann die Muskeln des Unterſchenkels und Fußes in weiterer Thätigkeit, um die Verrückung des Schwerpunktes zu verhüten. Daraus erklärt ſich die Ermüdung bei anhaltendem Stehen und deshalb müſſen auch die Kinder das Stehen erſt durch Uebung erlernen. Der Schwerpunkt kann beträchtlich verrückt werden, z. B. nach oben bis zum Nabel, wie es beim Stehen auf einem Beine der Fall iſt. Nie darf aber der Schwerpunkt vom gefällten Perpendikel über die Begrenzungsfläche der aufgeſetzten Fußſohle hinausgehen, was auch für das Stehen mit Ueberneigung gilt. Es iſt hier daſſelbe Geſetz wie z. B. bei dem Bau der ſchiefen Thürme, wo immer der Schwerpunkt innerhalb der Grundfläche fällt, alſo unterſtützt iſt.

1) Bei weitem die wichtigſten Arbeiten über Ortsbewegung verdanken wir den Gebrüdern **Wilhelm** und **Eduard Weber**, aus deren vortrefflichem Werke: Mechanik der menſchlichen Gehwerkzeuge. Göttingen 1836. 8. nebſt einem Hefte mit 17 Tafeln in 4., ich in dieſem und den folgenden Paragraphen das Wichtigſte entlehnt habe. —

Beide genannten Beobachter trennten bei einem friſchen Leichnam den Kopf über dem oberſten Wirbel, dem Atlas, vom übrigen Rumpfe und ſtellten denſelben ſo auf die ebene und horizontale obere Endfläche eines vertikalen Cylinders auf, daß er dieſelbe nirgends berührte, als mit den beiden konvexen Gelenkflächen, mit welchen er ſonſt auf der Wirbelſäule ruht. Es gelang ihnen, den Kopf auf dieſer ebenen Fläche ſo ins Gleichgewicht zu bringen, daß er völlig frei balancirte und in dieſer Lage längere Zeit ohne weitere Unterſtützung ſtehen blieb, ehe er, in Folge der hohen Lage ſeines Schwerpunktes an der einen Seite überſchlug. In dieſer Lage des Gleichgewichts hatte der Kopf eine vollkommen aufrechte Stellung, das Geſicht gerade aus, kaum merklich nach aufwärts gerichtet, ungefähr ſo, wie wenn wir den Kopf ſehr gerade tragen. Vergl. das angeführte Werk. S. 97. — 2) Vergl. hierüber das Lehrb. der vergl. Anat. und meine Icones zootomicae. Tab. II. — 3) Vergl. Krauſe Handb. d. Anat. 2te Aufl. S. 461. Dieſem trefflichen Lehrbuche, auf das ich vorzüglich in Bezug auf die Wirkungsweiſe der einzelnen Muskeln verweiſe, iſt auch S. 459 eine Ueberſicht der Muskelthätigkeit bei den wichtigeren einfachen und zuſammengeſetzten Bewegungen beigefügt. — 4) Dahin gehören als Auswärtsroller des Oberſchenkels die MM. glutaeus maximus, pyriformis, obturator internus, gemelli, quadratus femoris, dann der Semitendinosus und Semimembranosus und der Adductor magnus femoris. — 5) Dahin gehören die MM. psoas, iliacus, adductor longus, brevis, pectinaeus, rectus femoris, sartorius und gracilis.

§. 358.

Das Gehen beruht zunächſt auf der Eigenſchaft, daß die beiden Beine am Rumpfe wie ein Paar Pendel hin und her zu ſchwingen vermögen. Hiefür iſt die Einrichtung des Hüftgelenkes von großer Wichtigkeit, wodurch das hängende Bein ſich in der Pfanne faſt ohne alle Friktion drehen kann. Genaue Verſuche haben nämlich gezeigt, daß der Schenkelkopf in der luftdicht ſchließenden Pfanne durch den Druck der atmoſphäriſchen Luft zurückgehalten wird, d. h. daß das Gewicht des Beines vom Drucke, welchen die atmoſphäriſche Luft auf das Bein von unten nach oben ausübt, äquilibrirt. Es werden alſo die Beine von derſelben Kraft getragen, von welcher das Queckſilber in der Barometerröhre emporgehalten wird [1]). Die Beine, auf welchen der Rumpf balancirt wird, ſind gegliederte Stützen, die ſich vermöge der Schenkel=, Knie=, Fuß= und Zehengelenke im Zickzack beugen und daher verlängern und verkürzen können. Der Rumpf läßt ſich beim Gehen mit einem Stabe vergleichen, welcher auf einer durch beide Schenkelköpfe gelegten Axe balancirt. Dabei muß der Körper, ganz analog einem auf dem Finger balancirten Stab, etwas geneigt ſeyn. Der Neigung, nach vorne überzufallen, wird durch den Luftdruck begegnet; es ſteht dieſelbe deshalb auch im geradem Verhältniſſe zum Luftdruck und ſie iſt daher beim raſchen Gehen und beim Gehen gegen den Wind am bedeutendſten. Sie wird = 0, wenn ein Windſtoß von hinten dem vordern Luftdrucke das Gleichgewicht hält. Die Bewegungen der Extremitäten ſind dabei ſo eingerichtet, daß ſie dem Beſtreben des Schwerpunkts, vertikal herabzuſinken, immer entgegen wirken. Beide Beine bilden abwechſelnd eine Stütze und ein bei der Streckung fortſchiebendes Stemmwerkzeug, ſo

daß alſo beim Langſamgehen der Körper immer auf einem Beine ruht. Bei jedem einzelnen Schritt unterſcheidet man nämlich zwei Zeiträume. Zuerſt ruht der Körper mittelſt eines Beines auf dem Boden, im zweiten Moment ſteht er durch beide Beine mit dem Boden in Verbindung. Das vorſchreitende (z. B. rechte) Bein ſchwingt, nachdem es durch Beugung im Kniegelenke etwa um $\frac{1}{9}$ verkürzt iſt, ohne Muskelanſtrengung, da es durch den Luftdruck gehalten iſt, wie ein Pendel nach vorne. Sogleich verlängert ſich das linke Bein durch Streckung im Knie- und Hüftgelenk, durch den M. glutaeus maximus und die MM. extensores cruris und ſchiebt Becken und Oberkörper ſo weit nach vorne, daß die ganze Laſt auf das vorgeſchrittene rechte Bein fällt. Nur bei ſehr langſamen Gehen vollführt das vorſchreitende Bein ſeine ganze Schwingung, deren Dauer $\frac{2}{3}$ einer Sekunde beträgt. Beim ſchnellen Gehen erfolgt nur eine halbe Schwingung von $\frac{1}{2}$ Sekunde Dauer und es wickelt ſich das andere Bein vom Boden ab. Das Ruhen des einen Beines auf dem Boden beträgt bei langſamen Gehen $\frac{1}{3}$ Sekunde. Der größte Schritt gleicht faſt der halben Spannweite der Beine. Beim langſamen, gravitätiſchen Schritt iſt der Rumpf gerade und ſteht am höchſten über dem Boden, beim Eilſchritt ſind die Beine ſtärker gebogen und der mehr geneigte Rumpf wird viel tiefer gegen den Boden gerückt [2]). Beim Gehen ſchwingen dann gleichzeitig die obern Extremitäten mit und zwar immer in der entgegengeſetzten Richtung mit den gleichſeitigen Beinen; hiedurch wird das ſeitliche Hinüber- und Herüberſchwanken des Rumpfes verhütet.

Es iſt leicht, ſich am Leichnam von dieſer Thatſache zu überzeugen. Man trennt die Muskeln, welche vom Becken zum Oberſchenkel gehen und dieſen mit dem Rumpf zuſammenhalten, im ganzen Umfange, trennt dann auch die Kapſelmembran rings herum im Kreiſe. Das Bein fällt nicht herab. Bohrt man aber nun vom Becken aus mitten in die Pfanne ein kleines Loch, ohne dabei dem Ligamentum teres oder der Kapſelmembran zu nahe zu kommen, ſo fällt das Bein ſogleich herab, ſobald man mit der Spitze des Bohrers die Pfanne oben durchbricht. Bringt man das Bein wieder in die Pfanne zurück, wodurch man die Luft aus der Pfanne entfernt, und ſchließt dann das Loch z. B. nur mit dem Finger, ſo hängt das Bein wieder, es fällt aber ſogleich, ſobald man den Finger entfernt u. ſ. w. Vergl. dieſen und andere Verſuche bei Weber a. a. O. S. 147. — 2) Nach den Meſſungen von Krauſe kann der Oberſchenkel ungefähr 130° nach vorne gebogen, 40 bis 60° nach hinten gezogen und geſtreckt, beinahe 90° nach außen, aber etwas weniger nach innen gebogen und gedreht werden. —

§. 359.

Die anderen Ortsbewegungen beruhen auf denſelben Grundbedingungen, wie das Gehen. So verhält ſich beim Laufen das Balanciren des Rumpfes wie beim Gehen, aber andere Verhältniſſe ändern ſich. Beim Gehen findet im Mechanismus eine Grenze darin ſtatt, daß der Raum, den wir bei einem Schritte durchmeſſen, von dem einen Beine überſpannt

werden muß, während das andere ſenkrecht ſteht. Auch können wir die Schritte nicht hinreichend ſchnell wiederholen, weil die Zahl der Schritte beim Gehen in einer gegebenen Zeit die doppelte Zahl der Pendelſchwingungen, welche das Bein in derſelben Zeit machen würde, nicht überſteigen kann. Das Laufen geſtattet aber zahlreichere und größere Schritte, welche nicht an die genannten Grenzen gebunden ſind, obwohl man ſich dabei auch wieder langſamer bewegen kann, als beim ſchnellen Gehen. Der Hauptunterſchied beſteht darinnen, daß es beim Laufen einen Moment giebt, wo beide Füße auf dem Boden ſtehen, dann einen weiteren Moment, wo kein Bein den Boden berührt und der Körper in der Luft ſchwebt. Der eigentliche Zweck des Laufens iſt größere Geſchwindigkeit in der Ortsbewegung. Dies wird erreicht: 1) durch größere Schritte, als die Spannweite der Beine (wie beim Gehen) geſtattet, indem der Körper eine kurze Zeit durch Wurfbewegung in der Luft ſchwebt und die an ihm hängenden Beine mit fortfliegen. 2) Durch mehr Schritte in gegebener Zeit, weil hier beide Beine gleichzeitig ſchwingen, während beim Gehen abwechſelnd nur eins ſchwingt.

Vergl. das Werk der Gebrüder Weber S. 57 u. f. Sie haben durch Meſſungen gefunden, daß man im Mittel beim Laufe noch einmal ſo große Schritte macht als beim Gehen, und daß ſich die Zahl der Schritte beim Gehen und Laufen innerhalb des gleichen Zeitraums wie 2 zu 3 verhalten. Sie unterſcheiden zwei Arten des Laufs: Eillauf, wo der Körper nur ſehr wenig durch die ſpringende Bewegung emporſteigt und faſt in einer horizontalen Linie fortfliegt, und Sprunglauf, wo der Körper bei jedem Sprunge viel höher geworfen wird. Letzterer iſt weniger vortheilhaft, weil dabei ein längerer Zeitraum verfließt.

§. 360.

Beim Springen verhalten ſich die untern Extremitäten wie gegliederte Hebeſtangen, die den Rumpf nach oben zu heben ſuchen. Der Körper wird durch eine ſtärkere Kraft, als die, welche ihn gegen den Boden drückt, von dieſem emporgeworfen. Die oberen Extremitäten werden dabei durch ihre Hebemuskeln aufwärts geſchleudert und machen dadurch den Körper um ihr eigenes Gewicht leichter. Beim gewöhnlichen Springen biegt man die unteren Extremitäten im Knie- und Fußgelenk. Der Schwerpunkt des Körpers kommt dann dem Boden näher. Durch plötzliches Kontrahiren der Strecker entwickelt ſich die Kraft, die durch den feſten Boden gehindert iſt, nach unten zu wirken, nach oben und treibt den Körper in die Höhe. Die Kraft wird ſehr verſtärkt durch die Schnelligkeit der Kontraktion, welche vorzüglich durch die MM. gastrocnemii und solei vermittelt wird, die den Unterſchenkel in die Höhe ſchnellen.

Kau- und Schlingbewegungen.

§. 361.

Das Gelenk, welches den Unterkiefer mit dem Schädel verbindet, iſt ein freies Gelenk. Es geſtattet wenigſtens eine merkliche Bewegung des Unterkiefers nach vorne und nach den Seiten, in geringerem Grade nach hinten. Dadurch wird jene drehende oder reibende Bewegung möglich, wie ſie beim Kauen (Masticatio) nöthig iſt [1]). Der Unterkiefer iſt ein Winkelhebel, der ſeinen Stützpunkt in der Gelenkfläche am Schläfebein hat. In der Ruhe wird der Gelenkkopf in ſeiner entſprechenden Gelenkgrube feſtgehalten. Bei der einfachſten Kaubewegung, wo die Speiſe mit den Schneidezähnen gefaßt und feſtgehalten wird, bewegt ſich der Unterkiefer mit den untern Zahnreihen hebelartig auf- und abwärts, wobei die Gelenkköpfe etwas nach vorne gegen die vor der Gelenkgrube liegenden Höcker gleiten, ſobald der Unterkiefer herabgezogen wird; beim Hinaufziehen gleiten ſie wieder zurück in die Gruben. Beim Kauen mit den Backzähnen tritt eine mahlende Bewegung ein, wobei die Gelenkköpfe des Unterkiefers auf der Gelenkfläche kleine Kreiſe beſchreiben. Dabei wirken eine Anzahl Muskeln, welche zugleich die Mundhöhle erweitern und die Speiſen immer wieder zwiſchen die Zahnreihen ſchieben [2]).

1) Intereſſant iſt die Vergleichung dieſes Gelenks bei den Säugethieren, wo je nach den verſchiedenen Lebensbedürfniſſen, bei den reißenden Thieren, den Wiederkäuern, den Nagethieren, manchfaltige Verſchiedenheiten vorkommen. Vergl. hierüber meine Bemerkungen zu Sömmerring's Knochen- und Bänderlehre, neue Ausgabe 1839. S. 232. Der Bau des menſchlichen Kiefergelenks giebt gleichfalls einen Beleg, daß der Menſch, zwiſchen pflanzen- und fleiſchfreſſenden Thieren in Bezug auf ſeine Verdauungsorgane in der Mitte ſtehend, auf eine aus beiden organiſchen Reichen gemiſchte Nahrung angewieſen iſt. — 2) Ueber die einzelnen beim Kauen wirkenden Muskeln ſind die Lehrbücher der Anatomie zu vergleichen. Der Unterkiefer wird entfernt, die Mundhöhle erweitert, durch die MM. digastrici, mylohyoidei, geniohyoidei; nach oben ziehen den Unterkiefer der M. masseter, temporalis, pterygoideus internus; nach der Seite der M. pterygoideus externus; dieſe vier Muskeln ſind die eigentlichen Kaumuskeln. Die Zunge, die Lippen und die Wangenmuskeln ſchieben die Nahrungsmittel zwiſchen die Zähne.

§. 362.

Bei dem Schlingen der Nahrungsmittel (Deglutitio) laſſen ſich mehrere Akte unterſcheiden, wobei die Zunge, die Muskeln des Gaumenſegels und des Schlundkopfs thätig ſind. Im erſten Akte werden die durch Anſammlung zu einem Biſſen geformten Speiſetheile durch die Zunge an den Gaumen angepreßt und bis hinter den vorderen Gaumenbogen gebracht. Im zweiten Akte zieht ſich die Zunge nach hinten zurück und der M. glossopalatinus s. constrictor isthmi faucium zieht ſich hinter dem

Biſſen wie ein Schließmuskel zuſammen. Der Kehlkopf wird gehoben, der Kehldeckel wird durch das Zurückbiegen der Zungenwurzel auf den Eingang des Kehlkopfs und die Stimmritze gedrückt, dieſe geſchloſſen, ſo daß der Biſſen darüber hinweggleitet. Das hintere Gaumenſegel (die MM. pharyngopalatini) zieht ſeine bogenförmige Falte ſo zuſammen, daß dieſe einen Längsſchlitz bildet und ſich die beiden Seiten faſt berühren; ſie ſperren den oberſten Theil des Rachens und die Choanen wie eine Art Vorhang ab, an dem der Biſſen wie auf einer ſchiefen Ebene in den Schlund gleitet. Die oberen Muskeln des Gaumenſegels (Tensor veli palatini und Levator palati mollis) heben dabei das Gaumenſegel etwas in die Höhe, ſpannen und fixiren daſſelbe. Die Schlundkopfſchnürer ſchieben den Biſſen in den Schlund. Hier geht die willkürliche Bewegung in die unwillkürliche über. Es erfolgen die Zuſammenziehungen, als reflektirte Bewegungen auf den Reiz des Biſſens, unwiderſtehlich. Einigen willkürlichen Einfluß hat man aber noch auf die Muskeln des Schlundkopfes, wie man ſich durch Verſuche an ſich ſelbſt überzeugen kann. Hat man aber einige Male nach einander Schlingbewegungen, ohne daß Speiſe im Munde iſt, durch Einfluß des Willens verſucht, ſo erſchöpft ſich das Vermögen und man muß eine Zeitlang ruhen. Beim weiteren Fortgleiten des Biſſens in der Speiſeröhre im dritten Akte der Deglutition, wird dieſe von Stelle zu Stelle durch den Biſſen zur Kontraktion gereizt. Dieſer Akt iſt der Willkür völlig entzogen. Die Zuſammenziehungen folgen ſich, wie man z. B. bei Pferden ſehen kann, ſehr ſchnell, nur bei großen Biſſen, wenn die Speiſeröhre zu ſtark ausgedehnt wird, langſam und ſchmerzhaft. Hier kann wohl eine halbe Minute vergehen, bis der Biſſen aus dem Schlundkopf durch die Kardia in den Magen gelangt.

Vergl. hierüber vorzüglich die ſchätzbare Schrift von Dzondi die Funktionen des weichen Gaumens. Halle 1831. 4. Mit Kpfrn.

Athembewegungen.

§. 363.

Die Morphologie der Athemwerkzeuge und der Chemismus der Reſpiration ſind bereits früher beſchrieben worden (§. 165 bis 183). Hier ſollen die mechaniſchen Bedingungen des Athmens beim Menſchen näher betrachtet werden. Es befinden ſich nämlich die Athemwerkzeuge das ganze Leben hindurch in einer rhythmiſchen Bewegung, bedingt durch die Aufnahme einer gewiſſen Quantität atmoſphäriſcher Luft (Einathmung) und durch die Ausſtoßung einer gleichen Menge Gaſes (Ausathmung). Der Rhythmus des Athmens variirt im Leben vielfach, nach Alter, Geſchlecht, Wachen oder Schlafen, Geſundheit oder Krankheit, Ruhe oder Bewegung. Durchſchnittlich kann man etwa zwanzig Athemzüge auf die Minute beim

Erwachſenen rechnen [1]). Auf jede Inſpiration folgt in der Regel die Exſpiration unmittelbar, worauf eine ganz kleine Pauſe, bis zu einer neuen Inſpiration zu folgen pflegt. Die Quantität der Luft iſt ebenfalls ſehr großen individuellen Verſchiedenheiten unterworfen und richtet ſich nach der Größe und normalen Beſchaffenheit der Lungen, alſo auch nach der Leibesgröße, der Muskelkraft, der Beſchäftigung u. ſ. w. Man darf wohl annehmen, daß die Quantität der mit einem Athemzuge aufgenommenen und ausgeſtoßenen Luft durchſchnittlich etwa 15 bis 20 Kubikzoll beträgt und daß in 24 Stunden etwa vier= bis fünfmal hunderttauſend Kubikzoll Luft durch die Lungen gehen [2]).

1) Die individuellen Verſchiedenheiten nach Alter, Geſchlecht, Krankheit ꝛc. anzugeben ſind die Aufgabe der allgemeinen und angewandten Phyſiologie. Man kann annehmen, daß die Zahl der Athemzüge beim neugebornen Kinde etwa doppelt ſo groß iſt, als beim Erwachſenen, alſo ungefähr 40 beträgt. Ebenſo machen große Säugethiere durchſchnittlich weniger Athemzüge als kleine; während man beim Walfiſch 4 bis 5 nach Scoresby in der Minute zählt, findet man beim Hund, bei der Katze, dem Kaninchen 20 bis 30. Die Zahl iſt übrigens nach den äußeren Verhältniſſen ſehr verſchieden, z. B. im Schlafe oft um ein Drittheil, ja ſelbſt die Hälfte geringer, als beim Wachen. Vergl. die Angaben verſchiedener Beobachter in Burdach's Phyſiologie. Bd. VI. S. 429. — 2) Hier ſind die Zahlen nach den verſchiedenen Beobachtern ſehr verſchieden; während Abilgaard 3 bis 6, Davy 10 bis 13, Allen und Pepys 16, Herbſt 16 – 25 Kubikzoll für die Minute angeben, ſchätzen Boſtock und Menzies die Luftquantität für jeden Athemzug auf 42 Kubikzoll. Vergl. hierüber die, fremde und eigene Beobachtungen zuſammenſtellende Abhandlung von Herbſt: über die Kapacität der Lungen für Luft im geſunden und kranken Zuſtande, in Meckel's Archiv. f. 1828. S. 83.

§. 364.

Die Lungen des Menſchen und der Säugethiere liegen ſtets genau an den Bruſtwänden an, ſo daß kein leerer Raum in der Bruſthöhle vorhanden iſt und es muß deshalb die Kapacität der Bruſthöhle ſich beim Einathmen vergrößern, beim Ausathmen verkleinern. Die Lunge ſelbſt iſt in allen ihren Höhlungen von der Luftröhre bis zu den Endbläschen der Bronchien ſtets mehr oder weniger mit Luft gefüllt und ſie wird nie durch das Ausathmen ganz entleert. Nach der letzten Exſpiration beim Tode bleibt immer noch eine beträchtliche Quantität zurück, welche man auf 90 bis 120 Kubikzoll anſchlagen kann. Da nun nach Verſuchen an Leichen, die Lunge in ihrer größten Ausdehnung etwa 150 Kubikzoll Luft aufnehmen kann, ſo darf man behaupten, daß beim ruhigen Athmen nicht mehr als durchſchnittlich etwa der vierte bis ſechste Theil der Luft erneuert werde. Es wird mithin die neu hinzukommende äußere Luft ſich ſtets mit der bereits in den Lungen enthaltenen größeren Quantität mengen. Hierdurch erklärt ſich auch die Einwirkung der Luft auf das Blut, als ein kontinuirlich ſtattfindender, nicht blos auf die Inſpiration beſchränkter Prozeß.

Herbſt a. a. O. S. 107 nimmt mit Davy an, daß nach der ſtärkſten Exſpiration etwa nur 41 Kubikzoll in der Lunge übrig bleiben und daß die Kapacität der Lungen des erwachſenen Mannes zwiſchen 220 bis 260, ja ſelbſt bis zu 280 KZ. betrage. Indeß konnte derſelbe durch künſtliches Ausdehnen von herausgenommenen Lungen aus den Leichen Erwachſener, ohne Gefahr der Zerreißung, nicht mehr als 186 KZ. Luft eintreiben. Goodwyn (vergl. Boſtock's Verſuche über das Athemholen. A. d. Engl. von Nolde. Erfurt 1809. S. 26) fand bei vier Leichen, durch natürlichen Tod verſtorben, noch 109 Kubikzoll. Alle dieſe Angaben werden freilich nur approximativ bleiben und das Athembedürfniß iſt unter veränderten äußeren Bedingungen gewiß höchſt verſchieden.

§. 365.

Beim Menſchen und bei den Säugethieren wird der durch die Rippen geſchloſſene Bruſtkorb beim Einathmen erweitert und die Bruſthöhle zugleich nach unten durch Herabziehen des Zwerchfells vergrößert. Die Rippen, welche einen doppelten Unterſtützungspunkt an den Körpern und Querfortſätzen der Wirbel haben, werden nach auswärts gehoben, wobei ſich der untere Rand derſelben nach oben wendet. Beim ruhigen Athmen iſt wahrſcheinlich das Zwerchfall allein thätig; es wird durch die Kontraktion ſeiner Muskelfaſern gegen die Bauchhöhle herabgezogen und bei der Exſpiration erſchlafft daſſelbe wieder. Bei etwas ſtärkerem Einathmen müſſen auch die Interkoſtalmuskeln weiter mitwirken [1]), indem dieſelben immer eine untere Rippe gegen die fixirte obere emporheben; beim Ausathmen laſſen dieſe Muskeln wieder nach. Das erſte Rippenpaar, welches vorne die geringſte, hinten aber eine beträchtliche Beweglichkeit hat, braucht ſtärkere Muskeln; die MM. scaleni ziehen daſſelbe gegen den fixirten Hals. Bei ſehr tiefen Inſpirationen, wozu man den Körper im Sitzen durch die aufgeſtützten Hände fixiren muß, wirken auch noch die MM. serrati anteriores majores, pectorales minores, sternocleidomastoidei und subclavii, und weiter wieder die Muskeln, welche Schulterblatt und Schlüſſelbein nach oben ziehen. Bei allen Inſpirationsbewegungen wird zugleich das Bruſtbein nach vorne gezogen. Bei der Exſpiration findet nur dann eine aktive Muskelbewegung ſtatt, wenn ſie ſehr kräftig geſchehen ſoll. Der Bruſtkaſten ſinkt ſchon durch Nachlaſſen der Thätigkeit obiger Inſpirationsmuskeln zuſammen. Bei ſtärkerem Ausathmen wirken dann vorzüglich die Bauchmuskeln mit, indem ſie die Rippen herabziehen, die Bauchhöhle verengern und das Zwerchfell in die Höhe drängen.

1) Eigentlich ſind hier außer dem Zwerchfell die MM. intercostales, levatores costarum und serrati postici thätig, deren Antagoniſt wohl der Triangularis sterni nebſt dem Quadratus lumborum iſt. Vergl. übrigens Krauſe a. a. O. S. 463. — 2) Theile hält für möglich, daß vielleicht ein Gegenſatz zwiſchen den Intercostales externi und interni beſtehe, daß jene als Inſpiratoren, dieſe als Exſpiratoren wirkten. Vergl. Theile im Artikel Athmung in Schmidt's Encyklopädie der Medizin. Bd. I. S. 198.

§. 366.

Beim gewöhnlichen Athmen dringt die Luft durch die Naſenhöhle ein; daher ſind hier bei ſtarken Inſpirationen die Naſenflügel in Bewegung; dann wird der Kehlkopf von den entſprechenden Muskeln herabgezogen; Stimmritze und Luftröhre erweitern ſich. Beim Ausathmen verengert ſich Luftröhre und Stimmritze. Unſtreitig wirken hiebei die kontraktilen, zum Theil muskulöſen Faſern der Luftröhre mit, die, von den Bronchialäſten ausgehend, ſich vielleicht bis zu jenen bogenförmigen Faſern verfolgen laſſen, welche (Tab. XV. fig. VI) die feinen Endbläschen unterſtützen und dieſelben wahrſcheinlich ausgeſpannt erhalten. Dieſe Faſern, welche unſtreitig Elaſtizität beſitzen, ſind es vielleicht auch, welche bei der Exſpiration die Luft aus den Endzweigen der Bronchien austreiben helfen.

Von der Elaſtizität der Endbläschen, die ich jenen, neuerdings wie es ſcheint, wenig beachteten Faſern zuſchreibe, kann man ſich durch Kompreſſion mit ſehr dünnen Glasblättchen überzeugen. Ueber die Mitwirkung der Lungen beim Athmen, durch aktive Kontraktion beſtehen ſeit älteren Zeiten Kontroverſen. Haller ſprach ſich gegen, Rudolphi für eine ſolche Kontraktion aus, Joh. Müller ebenfalls dagegen. Vergl. die Darſtellung der Kontroverſen bei J. Müller Handb. der Phyſiol. I. S. 328. Krimer und Valentin haben in neueren Zeiten wenigſtens an der Luftröhre Kontraktionen wirklich beobachtet. Vergl. Theile a. a. O. S. 198.

§. 367.

Zu den Athembewegungen muß man verſchiedene modifizirte Reſpirationsbewegungen rechnen, die, ſowie das Athmen ſelbſt, theils vom Willen abhängig, theils demſelben entzogen ſind. Alle dieſe Bewegungen laſſen ſich auf In- und Exſpirationen mit verändertem Rhythmus beziehen. Beim Räuspern werden Schleimtheile von den Choanen, vom Gaumenſegel und wohl auch aus dem Kehlkopf durch kräftige Exſpirationen und unter beſonderer Mitwirkung des ſchwingenden Gaumenſegels entfernt, und zwar durch die Mundhöhle; beim Schnäuzen erfolgt daſſelbe nur durch die Naſe, bei abgeſchloſſener Mundhöhle. Beim Seufzen, das auch unwillkürlich oder wenigſtens unbewußt eintreten kann, folgt auf eine tiefe Inſpiration eine längere oder kürzere Exſpiration; beim Schnarchen (vgl. §. 374) entſteht der Ton durch Schwingung des Gaumenſegels; es erfolgt beim Schlafen wohl immer bei etwas geöffnetem Munde. Beim Drängen wirken die Exſpirationsmuskeln, wobei jedoch nach einer tiefen Inſpiration die Bruſt fixirt und die Exſpiration momentan ſiſtirt wird, letztere aber nach einer Pauſe hörbar erfolgt.

§. 368.

Die unwillkürlichen modifizirten Athembewegungen ſind reflektirt und entweder durch örtliche peripheriſche Reize oder durch empfangene Eindrücke

auf das Senſorium hervorgerufen. Das Schluchzen nähert ſich am meiſten dem Seufzen, indem dieſes gleichſam mehrmals und ſtoßweiſe wiederholt wird, wobei vorzüglich das Zwerchfell thätig iſt. Auch das Nieſen iſt ähnlich, indem auf eine tiefe Inſpiration eine krampfhafte Exſpiration, durch plötzliche Kontraktion der entſprechenden Muskeln, erfolgt. Beim Gähnen folgt auf eine lange, gezogene Inſpiration eine ähnliche Exſpiration; zugleich gerathen mehrere Geſichtsmuskeln, namentlich der Digastricus maxillae inferioris, in krampfhafte Bewegung, ſo daß der Mund weit geöffnet wird, was man einigermaßen willkürlich mindern kann. Der Huſten iſt eine reflektirte krampfhafte Bewegung in Folge eines Reizes, z. B. von angeſammeltem Schleim, an irgend einer Stelle der Reſpirationsorgane, oder konſenſuell von andern Theilen, welche Zweige vom N. vagus bekommen, z. B. vom Magen aus erregt. Hier folgt auf eine verſchieden große Inſpiration eine ſehr raſche, öfters in mehrere Akte getheilte, intercoupirte Exſpiration, wobei durch die ſtarke Kontraktion der Stimmritze und durch plötzliches Hindurchtreten des Luftſtromes der Huſtenton entſteht. Das Weinen beſteht in tiefen In- und Exſpirationen, wobei erſtere krampfhaft unterbrochen werden und in mehrere Akte zerfallen. Beim Lachen iſt letzteres bei der Exſpiration der Fall, welche in Stößen oder kloniſchen Kontraktionen der Exſpirationsmuskeln erfolgt, wobei gleichzeitig Bewegungen in den Geſichtsmuskeln eintreten. Alle dieſe Bewegungen modifiziren ſich wieder vielfach dem Grade nach, kombiniren z. B. das Weinen mit dem Schluchzen, und erleiden Einflüſſe vom Senſorium aus, das die meiſten dieſer Bewegungen, wie das Athmen, durch den Willen wenn auch nicht beherrſchen, doch in der Regel verſtärken oder mäßigen kann.

Einiges weitere Detail hierüber ſ. in dem angeführten Aufſatz von Theile.

Von der Stimme und Sprache.

§. 369.

Bei der Lehre von der Stimme und Sprache muß man die Kenntniß des anatomiſchen Baues des Kehlkopfs und der phyſikaliſchen Bedingungen der Tonerzeugung vorausſetzen. Die Entſtehung der Töne durch eigene Organe iſt beim Menſchen und bei den Thieren, — wenn man die unvollkommenen Tonbildungen im Darmkanal, oder am äußeren Hornſkelet niederer Thiere ausnimmt [1]), — an die Luftathmung geknüpft. Wir finden daher eine wahre Stimme mit mehr oder weniger Vollkommenheit nur bei den Amphibien, Vögeln und Säugethieren [2]). Hier bildet ſich der Kehlkopf als ein Werkzeug, an dem Schwingungen unter Mitwirkung der Luft entſtehen, welche das Ohr als Töne vernimmt. Der menſchliche Kehlkopf iſt ein muſikaliſches Werkzeug von hoher Vollkom-

menheit, da derſelbe durch gewiſſe Muskelbewegungen in die nöthige Spannung zum Tonangeben verſetzt und durch die Kombination verſchiedener Muskelkontraktionen jene Folge, Höhe und Tiefe der Töne erzeugt werden kann, die wir bei der Stimme und Sprache unterſcheiden. Die Lehre von der Stimmbildung hat mithin, wie die Lehre vom Sehen und Hören, eine ausgedehnte phyſikaliſche Grundlage, welche zu erörtern die Aufgabe der Lehrbücher über Phyſik iſt [3]).

1) So z. B. die gurrenden Töne des Wetterfiſches, Cobitis fossilis, die von den Heuſchrecken, Grillen und Cikaden erzeugten Töne. Vergl. hierüber mein Lehrbuch der vergl. Anat. S. 237 u. f. — 2) Die Stimme der Thiere habe ich hier ganz ausgeſchloſſen. Vergl. hierüber in anatomiſcher Hinſicht mein Lehrb. der vergl. Anat. und meine Icones zootomicae, vorzüglich aber: Henle vergleichend anatomiſche Beſchreibung des Kehlkopfs. Leipzig 1839. 4. m. K., und Joh. Müller über die Compenſation der phyſiſchen Kräfte am menſchlichen Stimmorgan mit Bemerkungen über die Stimme der Säugethiere, Vögel und Amphibien. Berlin 1839. 8. mit Kpfrn. — 3) Ausführlich hat Joh. Müller die phyſikaliſchen Bedingungen der Tonerzeugung in ſeinem Handb. d. Phyſiol. Bd. II. S. 133 u. f. abgehandelt, indem er die wichtigſte phyſikaliſche Arbeit von Wilhelm Weber, über die Theorie der Zungenpfeifen, niedergelegt in Poggendorf's Annalen (im Auszuge mitgetheilt von Fechner in deſſen Repertorium der Experimentalphyſik. Bd. I. S. 314), mit beſonderer Rückſicht auf die menſchliche Stimmbildung weiter verfolgte. Was den phyſiologiſchen Theil betrifft, ſo ſind die angeführten Arbeiten von Joh. Müller bei weitem die wichtigſten, denen ich auch daher hier faſt ganz gefolgt bin. Von Phyſikern haben ſich vorzüglich Savart und Cagniard Latour mit der menſchlichen Stimme beſchäftigt. Vergl. außerdem Liscovius Theorie der menſchlichen Stimme. Leipzig 1814. — *Bennati* recherches sur le mecanisme de la voix humaine. Paris 1832. — Haeſer die menſchliche Stimme. Berlin 1839. — Von den phyſiologiſchen Lehrbüchern iſt namentlich *Mayo* Outlines of human physiology und Magendie Bd. I. S. 237 mit den wichtigen Zuſätzen von Heuſinger zu vergleichen. Sehr ausführlich behandelt auch Bindſeil die Phyſiologie der Stimm- und Sprachlaute in ſeinen Abhandlungen zur allgemeinen vergleichenden Sprachlehre. Hamburg 1839.

§. 370.

Alle Beobachtungen ſtimmen darinnen überein, daß die Stimme in der Stimmritze, weder darüber, noch darunter, gebildet wird. Dafür ſprechen: 1) Verſuche und Beobachtungen an lebenden Menſchen und Thieren. Macht man unterhalb des Kehlkopfes eine Oeffnung bei einem Thiere, ſo geht die Stimme verloren; ſie erſcheint aber, wenn man die Oeffnung künſtlich verſchließt [1]). Eben ſo hat man Fälle beobachtet, wo ſich bei Menſchen eine Fiſtelöffnung unterhalb des Schildknorpels befand und wo man ähnliche Reſultate durch die momentane Verſchließung der Oeffnung erhielt [2]). Dagegen geht die Stimme nicht verloren, wenn ſich eine Wunde oberhalb der Stimmritze befindet, ſelbſt wenn die oberen Bänder der Stimmritze und ein Theil der Gießbeckenknorpel mit verletzt ſind [3]). — 2) Verſuche an Leichen. Verſucht man am Kehlkopfe menſchlicher oder

thieriſcher Leichen, durch Anblaſen von der Luftröhre her Stimmſchalle zu erzeugen, was bei enger Stimmritze und einiger Spannung der Bänder leicht bewirkt werden kann, ſo bilden ſich Töne, ſelbſt wenn man die Luftröhre ganz wegnimmt, und wenn man ſelbſt Kehldeckel, obere Stimmbänder, die Ventrikel zwiſchen den oberen und unteren Stimmbändern, ja auch den größeren oberen Theil der **Cartilagines arytaenoideae** wegnimmt [4]).

1) Magendie hat darüber Verſuche angeſtellt a. a. O. S. 245. — 2) Magendie beobachtete einen Menſchen, der nicht ſprechen konnte, wenn er nicht eine enge Halsbinde trug, welche die Fiſtelöffnung verſchloß. Aehnliche Fälle ſind von Dupuytren, von Bell u. A. beobachtet. Vergl. Magendie a. a. O. — 3) So nach Magendie's Verſuchen. — 4) Nach den Verſuchen von Joh. Müller Lehrb. d. Phyſiol. II. S. 180.

§. 371.

Alle Verſuche ſprechen jetzt zu Gunſten der Anſicht, daß ſich die Luftröhre als Windlade oder Anſpruchsrohr eines durch Blaſen angeſprochenen Tonwerkzeugs verhält. Die oberhalb der Stimmritze liegenden Theile des Kehlkopfs, die Rachenhöhle bis zur Mund- und Naſenöffnung, ſind als Anſatzrohr zu betrachten, welche den Ton nicht erzeugen, aber modifiziren. Von der größten Wichtigkeit hiebei ſind die untern Stimmbänder, **Ligamenta thyreo-arytaenoidea inferiora s. glottidis s. Chordae vocales**, welche eben die längliche Spalte zwiſchen ſich laſſen, die man Stimmritze nennt. Dieſe Stimmbänder gerathen beim Tonangeben, wie man bei obigen Verſuchen und Beobachtungen geſehen hat, in Schwingungen. Das menſchliche Stimmorgan iſt mithin als ein Zungenwerk mit doppelten und zwar membranöſen Zungen zu betrachten. Die Lungen mit den Bronchien bilden den Luftbehälter, welche die Luft durch die enge Stimmritze treiben, deren Bänder, wie die Plättchen der Zungen, in Schwingungen gerathen, und den durchgehenden Luftſtrom ebenfalls in Schwingungen verſetzen.

Dieſe Vergleichung des Stimmorgans des Menſchen und der Säugethiere mit einem Zungenblasinſtrumente findet jetzt allgemeine Annahme. Dodart, Magendie, Cagniard Latour und Joh. Müller haben vorzüglich den Vergleich mit ſolchen Zungenwerken, welche membranöſe Zungen haben, durchgeführt. Die wichtigſten, jedoch nicht ſchlagenden Einwürfe dagegen, hat Savart gemacht, welcher das menſchliche Stimmwerkzeug mit dem Jägerpfeifchen oder ſogenannten Vogelruf vergleicht, eine Labialpfeife mit der Spannung fähigen Wänden. Er, wie alle, die einer analogen Theorie huldigen, nehmen an, daß nur allein die Luft der ſchallende Körper ſey. Eine zweite Anſicht, daß blos die Stimmbänder die ſchallenden Körper ſeyen, daß mithin der Kehlkopf einem Saiteninſtrumente zu vergleichen ſey (woher der Name **Chordae vocales** für die Stimmbänder) ging von Ferrein aus und gewann an Autorität durch Haller's Beiſtimmung. Sie hat in neueren Zeiten keine weiteren Vertreter gefunden. Nach der jetzigen Anſicht wird die Stimme gemeinſam durch die Stimmritzenbänder und die mitſchwingende Luft hervorgebracht, wobei zugleich andere Theile der Stimmorgane mehr oder weniger mitwirken. Ausführliche Zuſammenſtellung und Kritik der verſchiedenen Anſichten findet man bei Bindſeil a. a. O. S. 65 u. f.

§. 372.

Die Schwingungen der Stimmbänder beruhen auf deren Elaſtizität und dem deshalb verſchiedenen Grad ihrer Spannung mittelſt der Schildgießbeckenmuskeln. Die Elaſtizität der Stimmbänder rührt von dem elaſtiſchen Gewebe her, aus welchem ſie beſtehen[1]). — Dadurch werden ſie fähig, nach der Analogie zweier geſpannter Membranen, regelmäßig zu ſchwingen. Die Spannung wird vermittelt: durch die Bewegung des Schildknorpels gegen den Ringknorpel durch die MM. cricothyreoidei, ſowie durch die Bewegung der Cartilagines arytaenoideae durch deren entſprechende Muskeln. Die Stimmritze wird enger durch Annäherung der Gießkannenknorpel mittelſt der MM. arytaenoidei proprii, weiter durch deren Entfernung von einander, mittelſt der MM. crico-arytaenoidei postici. Man hat unter günſtigen Verhältniſſen die Veränderungen der Stimmritze beim lebenden Menſchen beobachten können[2]). Man fand ſie im Zuſtande der Ruhe, bei langſamen, regelmäßigen Athmen, dreieckig oder vielmehr lanzettförmig; die breitere Baſis nach hinten gekehrt, wo die Seiten durch die innere Fläche und den vorderen Fortſatz des unteren Theils der Cartilagines arytaenoideae gebildet werden (vgl. Sömmerring Abbild. d. Organe d. Geſchmacks u. d. Stimme, fig. XX. m.). Vorne wird die Stimmritze ihrem größeren Theile nach durch die Stimmbänder ſelbſt gebildet, welche ſich am vorderen Fortſatz der Cartilagines arytaenoideae feſtſetzen. Nur dieſer vordere, von ſcharfen, elaſtiſchen Rändern eingeſchloſſene Theil der Stimmritze iſt der primitiven Schwingung fähig. Beim Tonangeben iſt die Stimmritze ſtets ſo enge, daß nur eine ſchmale, linienförmige Ritze bleibt[2]). Werden die zu den entſprechenden Muskeln gehenden Nerven durchſchnitten, ſo hört die Stimme auf[3]).

1) Ueber den Bau des elaſtiſchen Gewebes muß ich auf die hiſtologiſchen Handbücher verweiſen, namentlich auf Henle bei Sömmerring. S. 399. Das elaſtiſche Gewebe iſt zwar dem Zellfaſergewebe verwandt, zeichnet ſich aber durch beſondere chemiſche und phyſikaliſche Eigenſchaften aus. Es verliert z. B. ſeine Elaſtizität nicht durch Kochen und im Weingeiſt. Es beſteht aus meiſt gelblichen, ſcharfen, glatten Faſern, welche theils ungetheilt parallel neben einander verlaufen und Bündel bilden, theils aber ſich theilen und anaſtomoſiren. Es kommt bald mehr oder weniger rein, häufig aber mit Zellgewebsfaſern gemiſcht vor; am reinſten erſcheint es gerade in den Stimmbändern. Es kommt außerdem in den Bandmaſſen vor, welche die Knorpel des Kehlkopfs, der Luftröhre und der Bronchien unter ſich und mit dem Zungenbeine verbinden, dann in den gelben Bändern der Wirbelbogen, in vielen Faſcien, in der Haut, in der äußeren und wohl auch der mittleren Haut der Arterien, bei Thieren, z. B. im Ligamentum nuchae, in der Flughaut der Vögel. — 2) Die Beobachtungen der Stimmritze bei lebenden Menſchen hat Heuſinger zuſammengeſtellt, bei Magendie. I. S. 243. Rudolphi, Mende, Mayo, Bell haben ſolche Beobachtungen mitgetheilt. Kempelen hatte in ſeiner Schrift: Mechanismus der menſchl. Sprache. Wien 1791 angegeben, daß die Stimmritze nicht über $1/12$ oder $1/10$ Linie offen ſeyn dürfe, wenn noch die Stimme anſprechen ſoll. Die Beobachtungen an Lebenden beſtätigen dies. — 3) Vergl. §. 258 und §. 259.

§. 373.

Nach den neueſten Verſuchen über die Stimmbildung mit natürlichen und künſtlichen Kehlköpfen, geben die unteren Stimmbänder bei enger Stimmritze volle und reine Töne durch Blaſen von der Luftröhre aus. Die Töne kommen denen der menſchlichen Stimme ſehr nahe und gleichen ſehr denen des künſtlichen Kehlkopfs mit naſſen, aus Arterienhäuten gebildeten Bändern. Die Ventriculi Morgagni, die oberen Stimmbänder und der Kehldeckel, ſowie die hintere Wand der Luftröhre ſchwingen ſtark mit und reſoniren. Durch Veränderung in der Spannung der Bänder laſſen ſich die Töne am Kehlkopfe im Umfange von zwei Oktaven verändern; bei ſtärkerer Spannung entſtehen unangenehme, höhere, pfeifende oder ſchreiende Töne. Die tiefſten Bruſttöne werden erhalten bei der größten Abſpannung der Stimmbänder durch Rückwärtsbewegung des Schildknorpels. Die Stimmbänder, welche ſtets in ihrer ganzen Breite ſchwingen, ſind bei großer Abſpannung nicht blos ganz ungeſpannt, ſondern im Zuſtande der Ruhe auch runzelig und faltig. Aber ſie werden durch Blaſen ausgedehnt und dies giebt ihnen die zum Schwingen nöthige Tenſion. Bei der mittleren ruhigen Stellung des Schildknorpels und der Gießkannenknorpel, wenn die Stimmbänder weder geſpannt, noch gefaltet ſind, hat der Kehlkopf die Dispoſition zu ſeinen leichteſten mittleren Bruſttönen. Die artikulirten Töne der gewöhnlichen Sprache liegen zwiſchen den mittleren und tiefſten Bruſttönen. Bei den Falſettönen ſchwingt blos der innere oder Randtheil der Stimmbänder; ſie hängen in Hinſicht ihrer Höhe von der Spannung der Stimmbänder ab. Bei weiblichen Kehlköpfen ſind die Töne im Allgemeinen höher. Die Längen der Stimmbänder des Mannes und Weibes verhalten ſich ſowohl in der Ruhe, als im Maximum der Spannung, ungefähr wie Drei zu Zwei. Leider beſitzt man noch keine vergleichenden Meſſungen bei Sängern und Sängerinnen. Die Morgagni'ſchen Ventrikel ſcheinen blos den Zweck zu haben, die Stimmbänder von außen frei zu machen, damit deren Schwingungen frei und ungehindert ſtattfinden können. Stärke und Klang der Stimme hängen wohl vielfach von den mitſchwingenden Theilen des Anſatzrohrs ab.

Ich habe hier eine möglichſt gedrängte Ueberſicht der Hauptreſultate von Müller gegeben. Derſelbe hat in der angeführten Schrift über die Kompenſation der phyſiſchen Kräfte Abbildungen der zu den Verſuchen nöthigen Apparate, künſtlichen Kehlköpfe u. ſ. w. gegeben. — Neuerdings hat Cagniard Latour der pariſer Akademie ſeine Verſuche zur Erläuterung der menſchlichen Stimme vorgelegt und einen Auszug im Institut. Nro. 376. März 1841 gegeben. Cagniard Latour zeigte die doppelte Sirene vor, ein Inſtrument, deſſen er ſich bedient, um den Zweck der Morgagni'ſchen Taſchen des Kehlkopfs auszumitteln. Cagniard Latour glaubt, daß der Zweck derſelben nicht blos derjenige ſey, den Stimmbändern eine Ausdehnung für ihre Schwingungen zu geſtatten, ſondern daß ſie wegen der in ihnen enthaltenen Luft auch eine akuſtiſche Rolle

ſpielen. Aus einigen Verſuchen ſchließt derſelbe, daß dieſe Taſchen der Sitz ſehr energiſcher Schwingungen ſind, daß ſie die Maſſe des ganzen Kehlkopfs leichter in Mitſchwingungen verſetzen und wohl auch eine Modifikation des Klangs (timbre) veranlaſſen. Er glaubt, daß die Schwingungen, aus denen die Stimme hervorgeht, zum Theil molekulare, feſte Schwingungen ſind, ehe ſie zu Luftſchwingungen werden. — In experimenteller Hinſicht wird den Müller'ſchen Unterſuchungen wenig hinzuzuſetzen ſeyn. Vielleicht iſt nur der Einfluß der ſchwingenden Luftſäule in neueren Zeiten nicht ſo ſehr beachtet worden. Wahrſcheinlich dürften Verſuche mit verſchiedenen Gasarten einigen Aufſchluß gewähren, wofür z. B. die Erfahrung ſpricht, daß ſich die Stimme beim Einathmen von Waſſerſtoffgas verändert und höher wird.

§. 374.

Außer den Tönen im Kehlkopf können auch Töne in der Mundhöhle erzeugt werden. So giebt es Mundtöne, durch ſchwingende Membranen hervorgebracht, wie durch die Kehlkopfbänder. Hieher gehören die ſchnarrenden Töne am Gaumenſegel, beim Räuspern, Schnarchen (§. 367). Hier werden die beiden Gaumenfalten, wie doppelte membranöſe Zungen, durch den Luftſtrom in Bewegung geſetzt. Auch die Lippen können ſich bei gewiſſen Tönen als ſchwingende Membranen verhalten, wenn man Luft durch den enggeſchloſſenen Mund hindurchtreten und die Schleimhautfalten ſchwingen läßt. Es wird dadurch ein Ton hervorgebracht, ähnlich jenen Tönen, welche durch das Hindurchſtrömen von Gaſen durch den **Sphincter ani** gebildet werden. Beim Pfeifen ſchwingen die Lippen nicht, wie man dies daran ſieht, daß man dieſelben pfeifenden Töne hervorrufen kann, wenn man eine kleine durchbohrte Holz- oder Korkſcheibe zwiſchen die Lippen nimmt. Beim Pfeifen tönt die durchſtrömende Luft, welche ſich an den Wänden der Lippen reibt. Bei allen durch die Stimmwerkzeuge und das Anſatzrohr gemeinſam erzeugten Tönen und Geräuſchen, wie bei der Sprache, kommen Luftſchwingungen und Schwingungen feſter Theile in Betracht und es iſt nur ſchwierig, den relativen Antheil beider genau zu beſtimmen.

§. 375.

Alle artikulirten Töne oder Laute, welche der Sprache zur Grundlage dienen, werden unter Mitwirkung des Kehlkopfs, der Rachen- und Mundhöhle gebildet. Die Laute ſind nicht in allen Sprachen gleich, und die große Verſchiedenheit der Laute in den verſchiedenen Sprachen bezeugt deren mögliche Manchfaltigkeit [1]). Die gewöhnliche Eintheilung in **gutturales, linguales, labiales**, wie ſie von den Grammatikern aufgeſtellt wird, iſt nicht ganz richtig. Meiſtens wirken alle oder doch mehrere Organe der Mundhöhle bei der Bildung der Laute mit. Die ſtummen Vokale werden urſprünglich allein in der Stimmritze gebildet. Der Mund verhält ſich dabei gleichgültig, ſie mögen laut oder leiſe geſprochen werden. Die Vokale werden mit der geringſten Anſtrengung und Uebung geſprochen;

daher ſprechen ſie die Kinder auch zuerſt. Die Konſonanten, die zur Verbindung der Vokale dienen, ſind ſchwieriger auszuſprechen, weil hiezu kombinirte Muskelbewegungen nöthig ſind; die Kinder erlernen ſie daher auch nur langſam und durch Unterricht. Manche Konſonanten werden von einzelnen Individuen nur unvollkommen erlernt. Auch die Konſonanten mancher Sprachen lernen wir im ſpäteren Alter nicht mehr vollkommen richtig bilden, weil wir die dazu nöthigen Bewegungen nicht hinreichend vollkommen mehr ausführen können[2]). Aus gleichem Grunde wird uns die Erlernung von Sprachen mit ſehr viel Konſonanten, wie der ſlawiſchen, am ſchwerſten. — Der Geſang iſt eine modulirte Stimme und beſteht in einem Wechſel höherer und tieferer, ſtärkerer und ſchwächerer Töne, und die Muskelbewegung iſt hiebei manchfaltiger und energiſcher. Daher die leichtere Ermüdung beim anhaltenden Singen. Die Thiere haben eine Stimme, auch einen Geſang, aber keine Sprache. Zur Sprache gehört eine Gedankenbildung, wie ſie nur die höhere pſychiſche Organiſation des menſchlichen Gehirns hervorbringt. Menſchen mit angeborenem, ausgebildetem Blödſinn lernen daher auch gar nicht ſprechen. Sprache iſt die höchſte Mimik, eine Mittheilung unſerer Gedanken in gegliederten Lauten durch höchſt manchfaltige Muskelakte. Das Verhältniß der Stimme und Sprache zu den pſychiſchen Erſcheinungen gehört in die allgemeine Phyſiologie[3]).

1) Man darf hierbei nur an die ſchnalzenden Laute in der Sprache mancher Völker, z. B. der Hottentotten denken, oder an das th der Engländer, das ch der Schweizer, das g der Spanier. — 2) Der Konſonant R wird ſehr ſchwer erlernt und häufig unvollkommen; er fehlt manchen rohen Sprachen, z. B. der chineſiſchen; bei R ſchwingt die Zunge in eigenthümlicher Weiſe gegen den Gaumen. — d und t, b und p ſind Modifikationen eines und deſſelben Lautes, indem t und p auf gleiche Weiſe durch Mitwirkung der Zähne und Lippen entſtehen; es kommt nur eine Aſpiration beim Oeffnen des Mundes hinzu, welche in manchen Dialekten ganz wegfällt. — 3) In die allgemeine Phyſiologie gehört auch die äſthetiſche Wirkung der Laute und Sprachen. Vergl. übrigens über dieſes wichtige Kapitel die Phyſiologie von Joh. Müller und das angeführte ausführliche Werk von Bindſeil.

Drittes Kapitel.

Von den der Willkür entzogenen Bewegungen.

Vom Herzen und den Bewegungserſcheinungen in den Gefäßen.

§. 376.

Beim Menſchen, den Säugethieren und den Vögeln, dann dem Krokodile unter den Amphibien, iſt das Herz im Weſentlichen gleichgebaut; es beſteht aus zwei abgeſchloſſenen Vorkammern und aus zwei ebenfalls durch eine

Scheidewand abgegrenzten Herzkammern [1]). Oeffnet man ein lebendes Thier [2]) dieſer beiden Klaſſen, ſo bemerkt man, daß ſich beide Vorkammern und beide Herzkammern abwechſelnd und unter ſich gleichzeitig kontrahiren. Dieſe Kontraktionen beruhen auf der Zuſammenziehung der zahlreichen Muskelfaſern, aus welchen das Herz zuſammengeſetzt iſt und welche bei den Wirbelthieren ſtets mit Querſtreifen verſehen ſind (vgl. §. 347) [3]). Zuerſt ziehen ſich die beiden Vorhöfe raſch und kräftig zuſammen und unmittelbar darauf, ohne deutliches Intervall, die Herzkammern, deren Kontraktion noch einmal ſo lange dauert. Dann tritt eine Pauſe ein. Nach der Kontraktion der Vorhöfe füllen dieſelben ſich wieder mit Blut, erweitern ſich, indem die Muskelfaſern ſich abſpannen, und man nennt dieſen Moment der Ruhe die Diaſtole, wie ihre Kontraktion die Syſtole der Vorhöfe. Ganz dieſelben Phänomene treten in den Kammern ein, deren Syſtole in den Anfang der Diaſtole der Vorkammern fällt; die Pauſe in der Herzthätigkeit wird durch die Diaſtole der Vorhöfe und Kammern zuſammen gebildet. Der Herzſchlag, der durch die die doppelte Syſtole ausgeführt wird, fällt daher zwiſchen zwei Pauſen. In dem Zeitraume zwiſchen je zwei Herzſchlägen zieht ſich das ganze Herz einmal zuſammen und entleert ſeine geſammte Blutmaſſe. Da die Syſtole der Vorkammer ſo raſch vorübergeht und mehr nur einen Vorſchlag bildet, indem der zweite Zeitraum des Herzſchlags länger andauert, ſo pflegt man erſteren gar nicht in Rechnung zu bringen und mit dem Namen der Syſtole die Kontraktion aller vier Höhlen, welche den Herzſchlag giebt, zu bezeichnen, die Pauſe aber mit dem Namen der Diaſtole zu belegen. Bei der Syſtole verengert ſich das Herz, bei der Diaſtole erweitert ſich daſſelbe in ſeinen Höhlungen. Außerdem findet aber auch eine Ortsveränderung ſtatt. In der Syſtole hebt ſich die Spitze des Herzens von der Wirbelſäule ab gegen die Bruſtwandung und ſchlägt hier im normalen Zuſtande beim Menſchen zwiſchen der fünften und ſechſten Rippe der linken Seite an. Man fühlt daher den Herzſchlag in dieſem Interkoſtalraume am ſtärkſten. Bei dieſer hebelartigen Bewegung des Herzens findet aber auch eine Axendrehung oder Rotation ſtatt, indem ſich das Herz bei der Syſtole etwas von links nach rechts um die Axe, bei der Diaſtole in entgegengeſetzter Richtung dreht. Dieſe Axendrehung verurſacht vorzüglich die Hebung und Senkung der Herzſpitze, alſo den Herzſchlag und Herzſtoß, und iſt ſelbſt wieder abhängig vom Ein- und Ausſtrömen des Blutes [4]).

1) Im Weſentlichen verhält ſich der Herzſchlag, alſo der Mechanismus der Herzbewegung, in allen vier Wirbelthierklaſſen gleich und man kann recht gut einen Froſch zu dieſen Verſuchen wählen, wo der Vorhof doppelt, die Herzkammer aber, wie bei den meiſten Amphibien und allen Fiſchen, nur einfach iſt. Die aktive Wirkung der Muskeln bei der Syſtole kann man recht gut an einem ausgeſchnittenen Froſchherzen wahrnehmen, wenn man auf daſſelbe ein Glasplättchen legt, das bei der Syſtole in die Höhe gehoben wird, bei der Relaxation der Muskelfaſern in der Diaſtole wieder ſinkt. — Vergl. über dieſen Verſuch Oeſterreicher über den Kreislauf des Blutes. Nürnberg 1826. 4.

S. 33, in welcher Schrift man zugleich die Literatur dieſes Abſchnitts ſehr vollſtändig aufgeführt findet. — 2) Es iſt nicht nothwendig, das entſprechende warmblütige Thier lebend zu öffnen. Man kann daſſelbe vergiften und den Herzſchlag lange beobachten, indem man die Reſpiration künſtlich einleitet. — 3) Auch die Lymphherzen der Amphibien beſitzen Querſtreifen, wie man z. B. an den in der Regio ischiadica der Fröſche liegenden, durch ihre Pulſation ſogleich in die Augen fallenden Lymphherzen leicht ſehen kann. — 4) Vergl. hierüber vorzüglich die neueren Arbeiten von Kürſchner, nach deſſen genauen Verſuchen der Mechanismus der Herzbewegung oben dargeſtellt wurde. Ueber den Herzſtoß in Müller's Archiv. 1841. S. 103. Von weſentlichem Einfluß auf die Herzbewegung iſt der Mechanismus der Klappen, welchen Kürſchner in Froriep's neuen Notizen, Juli 1840, erörtert hat. Schon *Haller* Elementa physiol. Vol. I. p. 389 kannte die Ortsveränderung, welche Kürſchner als Rotation des Herzens beſchreibt, ohne den Grund richtig anzugeben. Vergl. auch Kürſchner's intereſſanten Aufſatz: Auskultation in Schmidt's Encyklopädie Bd. I. Hier ſind die Kontroverſen über die Erklärung des Herzſtoßes, namentlich die von Hope und Skoda, näher erörtert. — Vergl. auch den eine gute Ueberſicht über die geſammte Funktion des Herzens gebenden Bericht der Kommiſſion der britiſchen Aſſociation über die Reſultate ihrer Experimente, über die Bewegungen, Töne und Geräuſche des Herzens. London medical Gazette. Nov. 1840. Daraus in Froriep's neuen Notizen. Nr. 382. April. 1841.

§. 377.

Legt man das Ohr auf die Bruſtwandung in der Herzgegend, ſo hört man eigenthümliche Geräuſche oder Töne, welche mit dem Pulsſchlage in den Arterien koinzidiren. Zwiſchen je zwei Puls- oder Herzſchlägen hört man zwei Töne. Der erſte Ton iſt dumpf und gedehnt. Man hört denſelben zugleich mit dem Anſchlagen der Herzſpitze, alſo bei der Syſtole der Herzkammern. Es iſt ſchwierig, die Urſache dieſes Tones zu erklären. Wahrſcheinlich rührt derſelbe vorzüglich von der fortſchreitenden Kontraktion der Muskulatur der Kammern von der Baſis gegen die Spitze her und wird vielleicht durch das Anſchlagen der Spitze an die Bruſtwand verſtärkt. Er kann nicht von letzterer Urſache allein herrühren, da man denſelben, wenn auch ſchwächer, bei vollkommen bloßgelegtem Herzen, nach Entfernung der Bruſtwandung, wahrnimmt. Ob die Bewegung der Auriculo-Ventricularklappen auf die Erzeugung des Tones von Einfluß iſt, bleibt zweifelhaft [1]). Der zweite, ſchwächere und zugleich kürzere Zeit währende Ton folgt dem erſten nach einer kleinen Pauſe. Dieſer zweite Ton fällt mit dem Anfang der Diaſtole der Kammern zuſammen. Man kann denſelben ebenfalls bei bloßgelegtem Herzen wahrnehmen und er ſcheint von dem plötzlichen Zurückklappen und Schließen der Semilunarklappen in den großen Gefäßen herzurühren, indem das Blut in der Diaſtole der Kammern gegen dieſelben zurückſtrömt [2]).

1) Magendie und viele Andere erklärten den erſten Ton für ein Reſultat des Anſchlags der Herzſpitze, was ſich dadurch widerlegt, daß man den Ton auch nach Entfernung der Bruſtwandung, bei bloßgelegtem Herzen, wahrnimmt. Nach Carswell haben die

Mitral- und Trikuspidalklappen Einfluß auf Erzeugung des erſten Tones; nach dem Bericht der britiſchen Aſſociation wird der Ton jedoch nur in geringem Grade von der plötzlichen Schließung und vorübergehenden Spannung dieſer Klappen abhängig ſeyn; er bekommt aber durch deren Thätigkeit einen ſcharfen deutlichen Anfang (?). — 2) Vielleicht hat, wie Hope meint, das Anſchlagen der Blutwellen gegen die Wandungen des Herzens in der Diaſtole der Kammern einigen Einfluß auf Erzeugung des zweiten Tons. Wie mir ſcheint läßt ſich dieſe Anſicht aus den dagegen vorgebrachten Gründen nicht widerlegen. Immer wird freilich die Erklärungsweiſe der Herztöne zum Theil nur ſubjektiv bleiben, da ſich nicht ſo experimentiren läßt, daß man alle dabei vorkommenden Bedingungen objektiv prüfen kann. Ich ſtimme am meiſten mit dem Bericht der britiſchen Aſſociation a. a. O. überein. Uebrigens gehört die Lehre von den Herzgeräuſchen mehr in die angewandte Phyſiologie und es ſind darüber die Werke über Auskultation, ſo namentlich das Werk von Skoda: Abhandlung über Perkuſſion und Auskultation. Wien 1839 zu vergleichen. Was die Lokalität der Herztöne betrifft, ſo hört man den erſten Ton am ſtärkſten unter der linken Bruſtwarze auf der vierten Rippe, den zweiten am beſten oberhalb der vierten Rippe.

§. 378.

Jede Syſtole des Herzens treibt eine gewiſſe Quantität Blut, die man etwa auf anderthalb Unzen anſchlagen kann, in die Aorta, von wo aus das Blut in den Arterien ſtoßweiße weiter ſtrömt und die Arterien ſelbſt laſſen dieſen Stoß als Arterienſchlag oder Puls fühlbar erkennen [1]). So einfach und leicht ſich der Pulsſchlag der Arterien z. B. an der Radialarterie prüfen läßt, ſo ſchwierig iſt es, genau das Verhalten der Pulsadern dabei zu ermitteln. Ohnſtreitig hat man in früheren Zeiten die Kontraktilität der Gefäße und deren Einfluß auf den Kreislauf zu hoch angeſchlagen, während man in neueren Zeiten denſelben wieder zu gering achtete und nur eine paſſive Erweiterung der Arterien, in Folge des vom Herzen ausgehenden Stoßes, und eine einfache Elaſtizität dieſer Gefäße annahm [2]). Erwägt man alle aus den zahlreichen in neueren Zeiten angeſtellten Beobachtungen und Verſuchen hervorgehenden Reſultate, ſo ergeben ſich folgende feſtſtehende Thatſachen: 1) Die Arterien beſitzen eine natürliche und zwar beträchtliche Elaſtizität, welche unabhängig von ihren Lebenseigenſchaften ſich auch im Tode noch erhält. Durch dieſe Elaſtizität unterſtützen die Arterien die Fortbewegung des Blutes, indem ſie ſich dem Blutquantum anpaſſen, ſich hinter jeder Blutwelle zuſammenziehen und dadurch einen Druck auf die Blutſäule ausüben, welcher, wegen des vom Herzen ausgehenden Stoßes und des durch die Valvulae semilunares verſperrten Rückweges, nur nach der Peripherie des Körpers wirken kann. Man kann daher auch im Tode den Pulsſchlag wahrnehmen, wenn man eine mit Waſſer gefüllte Spritze in einen größeren Gefäßſtamm einſetzt und das Waſſer ſtoßweiſe eintreibt [3]). Die mittlere elaſtiſche Haut der Arterien ſpielt bei dieſer Zuſammenziehung die Hauptrolle [4]). Die Arterie verändert dabei ihren Querdurchmeſſer, erweitert ſich und verengert ſich. Die Verengerung des Lumens iſt verſchie-

den nach der Größe der Arterie und ſie kann bei kleinen Arterien, ſelbſt bis zur Größe der A. radialis des Menſchen, ſo ſtark ſein, daß das Lumen ganz verſchwindet[5]). 2) Die Arterien beſitzen eine lebendige Kontraktilität, welche vom Nervenſyſteme abhängig iſt. Man hat durch direkte Verſuche dargethan, daß die Arterien ſich auf chemiſche Reize, auf Anwendung von Kälte, vielleicht auch auf Anwendung des Galvanismus zuſammenziehen und ſich dann allmählig wieder ausdehnen[6]). — Dieſe Kontraktilität wird vorzüglich von der Ringfaſerlage der Arterien vermittelt, welche ſich in ihrem Gewebe den Muskelfaſern nähert. Die Ringfaſerhaut liegt nach innen von den Längsfaſern und bildet die dickſte Lage in der Wand der größeren Gefäße. Auf dieſer doppelten Eigenſchaft der Arterien, ihrer paſſiven Elaſtizität, wie ihrer organiſchen Kontraktilität, beruht deren Mitwirkung bei der Weiterbeförderung des Blutes.

1) Die linke Herzkammer des Menſchen faßt etwas über 1½ Unzen, die rechte Herzkammer faßt 2 Unzen. Etwas Blut wird nach der Entleerung immer wieder zurückgeſtoßen werden. — Die Lehre vom Kreislauf des Blutes und die eng damit zuſammenhängende Lehre vom Pulſe hat eine überaus reichhaltige Literatur aufzuweiſen. Außer den ſchon früher citirten Schriften verweiſe ich vorzüglich auf folgende Originalwerke und Aufſätze: *Hales* statistical essays. London 1733. Deutſch 1748. — *Poiseuille* recherches sur la force du coeur aortique in *Magendie* Journal de physiologie. Vol. VIII. p. 272 und sur l'action des artères dans la circulation artérielle. ibid. Vol. IX. p. 44. — *Parry* an experimental inquiry into the nature, cause and varieties of the arterial Pulse etc. 1816. Auch deutſch von Embden. Hannover 1817. — *Marshall Hall* a critical and experimental essay on the Circulation of the blood. London 1831. — Unter den zugänglicheren Schriften, welche zugleich die Beobachtungen und Anſichten der Schriftſteller zuſammengeſtellt haben, ſind vornehmlich zu empfehlen: Wedemeyer Unterſuchungen über den Kreislauf des Blutes. Hannover 1828. Eine Schrift, welche nebſt zahlreichen eigenen Beobachtungen, eine ſehr gründliche Ueberſicht alles bisher Geleiſteten giebt. Vergl. auch die Nachträge dazu in Meckel's Archiv. 1828 S. 337. Eine gedrängte und gute Ueberſicht giebt auch der Artikel Circulation von *Allen Thomson* in *Todd's* Cyclopaedia of anatomy and physiology. Vol. I. Vergl. auch Burdach's Phyſiologie Bd. IV. Es kann hier nicht die Abſicht ſeyn, eine vollſtändige Theorie des Kreislaufs zu geben und alle dabei zu beachtenden Momente ins Auge zu faſſen, welches vielmehr die Aufgabe der allgemeinen Phyſiologie iſt. — 2) Mit dieſen Anſichten über den Einfluß der Gefäße auf den Kreislauf ſteht auch die über die Triebfedern des Kreislaufs im Allgemeinen im engſten Zuſammenhang, deren Kritik in die allgemeine Phyſiologie gehört. Bei Wedemeyer a. a. O. S. 69 findet man die Meinungen der Phyſiologen zuſammengeſtellt. Die Anſicht, daß die Kraft, welche das Blut in den Gefäßen kreiſen macht, allein vom Herzen ausgehe, iſt in älteren Zeiten vorzüglich von Harvey, Haller, Spallanzani, in neuerern Zeiten vornehmlich von Joh. Müller und Magendie vertreten worden. Letzterer hat ſich vorzüglich gegen jede vitale Zuſammenziehung der Arterie erklärt, welche dagegen von J. Hunter, Blumenbach, Sömmerring, Tiedemann u. A. vertheidigt wurde. Vergl. Magendie Vorleſungen über die phyſikaliſchen Erſcheinungen des Lebens. 2ter Bd. 1837 S. 56 u. f. — 3) Bei dieſen leicht anzuſtellenden Verſuchen braucht man nur eine gewöhnliche Injektionsſpritze in die Art. subclavia oder axillaris einzubringen und man wird, wie am Schlauche einer Feuer-

ſpritze, bei jedem Drucke des Stempels den pulsähnlichen Stoß an der Art. radialis fühlen. — 4) Ueber dieſes Gewebe und das elaſtiſche Gewebe überhaupt vergl. §. 381. — 5) Dieſe Erweiterung und Verengerung des Lumens der Arterien iſt leicht wahrzunehmen und verſchiedene Beobachter haben Meſſungen angeſtellt. Hunter beobachtete bei einem Pferde, das durch Verblutung getödtet wurde, daß ſich die Aorta um $1/10$, die Art. iliaca um $1/6$, die Art. cruralis um $1/3$ des Durchmeſſers verengerten. Arterien von der Stärke der Art. radialis verengerten ſich bis zum Verſchließen des Lumens. Spallanzani ſah die Aorta des Salamanders bei jeder Syſtole des Herzens ſich in deſſen Nähe um $1/3$ erweitern; ähnliche Erweiterungen, nur in geringerem Grade, ſah er auch an der Lungenarterie, an den größern Aeſten der Aorta. Uebereinſtimmende Beobachtungen machten unter den Neueren Magendie, Poiſeuille, Parry, Haſtings u. A. m. Vergl. über den hohen Grad der Elaſtizität der Arterien auch Schwann im Artikel Gefäße, im Berliner encyklopädiſchen Wörterbuche. Bd. 14. S. 225. Die Aorta des Schweins um $2/3$ ihrer normalen Länge ausgedehnt, zog ſich nachher vollſtändig wieder auf ihr früheres Lumen zuſammen. Dieſe Ausdehnbarkeit fand ſowohl in der Länge als in der Peripherie ſtatt. — 6) Angeſichts der neueren Erfahrungen läßt ſich die Irritabilität und aktive Zuſammenziehung der Arterien nicht wohl läugnen, daher dieſe ältere Anſicht mit Recht wieder Vertreter findet. Namentlich hat Henle alle die Gründe zuſammengeſtellt, welche für dieſe Anſicht ſprechen, bei Sömmerring. S. 513. Schwann hat einen leicht zu wiederholenden Verſuch angegeben. Als derſelbe im Sommer bei hoher Temperatur der Atmoſphäre auf das unter dem Mikroſkop ausgebreitete Meſenterium einer Feuerkröte einige Tropfen friſches, kühles Brunnenwaſſer brachte, beobachtete er, daß ſich der Durchmeſſer einer Arterie, der Anfangs 0,0724 engl. Linie betrug, binnen 10 bis 15 Minuten allmählig auf 0,0276 Linie zuſammenzog, ſich dann eben ſo allmählig wieder erweiterte und nach einer halben Stunde ziemlich ſeine frühere Breite wieder erlangte. Durch wiederholtes Aufträufeln von kaltem Waſſer ließ ſich daſſelbe Phänomen mehrmals nach einander hervorrufen. Aehnliche Beobachtungen machte Schwann auch an der Aorta und Schenkelarterie des Froſches; die Erſcheinung war hier um ſo deutlicher, je weniger der Froſch Blut verloren hatte. Schwann a. a. O. S. 229. Thomſon, Haſtings, Wedemeyer konnten durch örtliche Reize, z. B. von Kochſalz, Salmiakſpiritus, Kontraktionen erzeugen. Wedemeyer giebt an, daß er nach einer 10 bis 30 Sekunden andauernden Applikation eines galvaniſchen Stromes von 14 bis 24 Plattenpaaren eine ſichtbare und deutliche Zuſammenziehung der Arterien an den berührten Stellen beobachtet habe; dieſe Verengerung betrug $1/4$, $1/2$, ja ſelbſt $3/4$ des Cylinders. Wedemeyer a. a. O. S. 242. — Valentin's Beobachtungen von Kontraktion der Aorta beim Pferde, auf Reizung der Ganglia thoracica, ſind früher erwähnt worden. §. 267. Anm. 4. — Vielfach ſind auch die Kontraktionen der Kapillargefäße auf Reize beobachtet. Vergl. Henle a. a. O. S. 515.

§. 379.

Aus allen vorhandenen Thatſachen kann man ſchließen, daß der Puls im lebenden Körper das Reſultat einer Erſchütterung der Blutſäule auf die geſpannte Arterienwand (wobei die Arterie zugleich einen geringen Grad ſeitlicher Ortsveränderung erleidet) iſt und daß dabei ebenſowohl die Elaſtizität, als die lebendige Kontraktilität mitwirkt. Ohne letztere laſſen ſich die verſchiedenen Arten des Pulſes und manche andere lokale Phänomene, deren Unterſcheidung in der Pathologie ſo wichtig iſt, gar nicht erklären [1]).

Die abwechſelnde Expanſion und Kontraktion der Arterien iſt theils aktiv, theils paſſiv. Wegen ihrer Kontraktilität befinden ſich die Pulsadern im lebenden Zuſtande in einem fortwährenden mittleren Grade von Zuſammenziehung (tonus), wie die Muskeln. Das Rhythmiſche im Pulſe iſt aber blos Folge des Herzſtoßes. Die Anzahl der Pulsſchläge in einem gegebenen Zeitraume ſtimmt mit der Zahl der Herzſchläge genau überein. Der Pulsſchlag iſt daher auch mit dem Herzſchlage ziemlich iſochroniſch; nur in den vom Herzen ſehr entfernten Arterien erfolgt er meßbar (1/6 Sekunde ungefähr) ſpäter [2]. Die Zahl der Pulsſchläge iſt großen individuellen und bei den einzelnen Individuen wieder momentanen Verſchiedenheiten unterworfen und es haben auf die Frequenz eine Menge Umſtände Einfluß. Geſundheit und Krankheit, Alter, Geſchlecht, Konſtitution, Ruhe oder Bewegung, Tages- und Jahreszeiten, lokale Einflüſſe, wie z. B. Erhebung über der Meeresfläche, ja ſelbſt die Körpergröße haben darauf Einfluß. Während der Herzſchlag beim menſchlichen Fötus, wie man denſelben durch die Auskultation wahrnehmen kann, 140—150, beim Neugeborenen 130 Schläge macht, ſinkt er im hohen Alter auf 60 und 50 Schläge, ja noch tiefer [3]. Schon die einfachſten Bewegungen, z. B. Aenderung der Lage, Uebergang vom Liegen zum Stehen, vermehren die Zahl der Pulsſchläge. Kleine Perſonen haben im Allgemeinen einen frequenteren Puls, als große, und es ſcheint dieſer Einfluß der Größe ſelbſt bei den Thieren ziemlich konſtant ſtattzufinden [4]. In der Schwangerſchaft, in akuten Entzündungen, Fiebern u. ſ. w. iſt die Zahl der Pulsſchläge mehr oder weniger vermehrt, wie dies allgemein bekannte Phänomene ſind, deren ſpecielle Betrachtung in die Pathologie gehört.

1) So z. B. der weiche, der geſpannte Puls, die Phänomene bei der Entzündung, die lokal verſtärkten Pulſationen ꝛc. — 2) Vergl. *E. H. Weber* de pulsu, resorptione etc. Lips. 1834. p. 2. Weber fand beſonders deutlich an der Art. metatarsea auf dem Fußrücken, den Pulsſchlag 1/6 bis 1/7 Sekunde nach dem Herzſchlag erfolgen. — 3) Man kann im Allgemeinen annehmen, daß die Zahl der Pulsſchläge in den Lebensaltern folgende Skala hat: im 1ſten Jahre 120 Schläge, im 2ten Jahre 110, im 3ten 90 bis 100, vom 4ten bis 15ten 90, im Jünglingsalter 80, im Mannsalter 70 bis 75 Schläge. Genaue Grenzen laſſen ſich aber gar nicht feſtſetzen, da ſich hier die größten individuellen Abweichungen zeigen. Reizbare, ſanguiniſche Individuen haben gemeinlich einen viel frequenteren und wechſelnderen Puls als phlegmatiſche Perſonen. — 3) Vergl. hierüber die allgemeine Phyſiologie. — 4) Beim erwachſenen Pferde und beim Rinde zählt man 35 bis 40, beim Eſel 45 bis 50, beim Schafe 60—80, beim Hund und der Katze 90—100 Pulsſchläge in der Minute. Vergl. Gurlt Lehrb. d. vergl. Phyſiol. d. Hausſäugethiere. S. 156.

§. 380.

Der Blutlauf in den Venen wird vorzüglich durch die fortwirkende Stoßkraft des Herzens (vis a tergo) bewerkſtelligt. Dieſer Einfluß des Herzens auf den venöſen Blutſtrom wird einfach dadurch bewieſen, daß

man in einem entſprechenden Gliede durch abwechſelnden ſtärkeren oder ſchwächeren Druck auf den Stamm der Pulsader auch den einer angeſtochenen Vene hemmen und verändern kann. Aber auch die Venen ſcheinen eine aktive Kontraktilität zu beſitzen [1]), welche auf den Blutlauf nicht ohne Einfluß ſeyn kann. Die Venenklappen, der Druck der umliegenden Muskeln und Gewebe, wirken bei der Blutbewegung mit. Eine Saugkraft des Herzens auf die Venenſtämme, welche in das Herz münden, anzunehmen, wie oft früher geſchehen iſt, entbehrt aller ſicheren Grundlage [2]). Die in den Arterien rhythmiſche Bewegung geht in den Kapillargefäßen in eine remittirende und zuletzt in den Anfängen der Venen in eine kontinuirliche über, wobei ſich dann die Blutbewegung auch beträchtlich verlangſamt [3]).

1) Auch bei den Venen hat man, wenigſtens an größeren Stämmen, durch unmittelbar angebrachte Reize aktive Kontraktionen geſehen; ſo Verſchuir, Haſtings, Bruns, Valentin. Vergl. die Zuſammenſtellung bei Henle a. a. O. S. 517. — 2) Als Gegenbeweis läßt ſich mit Wedemeyer anführen, daß die Venen anſchwellen, auch wenn ſie unterbunden ſind, ferner die Bewegung des Blutes in der Pfortader und bei herzloſen Mißgeburten. Vergl. Wedemeyer a. a. O. S. 309. Parry in ſeinem experimental researches on the influence of atmosphaerical pressure upon the blood in the veins. London 1826 wollte durch Verſuche gefunden haben, daß gefärbte Flüſſigkeiten in die Vena jugularis nur bei der Inſpiration eintraten ꝛc. Er ſchließt daraus, daß der Druck der Atmoſphäre nach dem in der Bruſthöhle gebildeten luftleeren Raume bei weitem die vorzüglichſte Urſache des Forttriebes des Blutes in den Venen ſey. Mit Recht bemerkt Wedemeyer dagegen, daß der Fötus einen Blutlauf ohne alle reſpiratoriſche Bewegung beſitzt. — 3) Dieſer Uebergang der ſtoßweiſen Bewegung in eine anhaltende wird durch die Elaſtizität der Arterien bewirkt, die ſich nach jeder Erweiterung durch eine Blutwelle wieder zuſammenziehen. Vergl. hierüber und über Verwandtes: *E. H. Weber* de pulsu etc. p. 8 u. 9.

Bewegungen durch kontraktile leimgebende Faſern.

§. 381.

Es giebt kontraktile Faſergewebe im menſchlichen und thieriſchen Körper, von denen ſchon früher, wie z. B. bei der Iris (§. 316), bei den Bewegungserſcheinungen in den Gefäßen (§§. 379. 380), die Rede war, welche, ſtreng genommen, weder zu dem Muskelgewebe, noch zum Zellgewebe gehören. An dieſe Gewebe reihen ſich andere an, als deren Repräſentanten man die **Tunica dartos** des Hodenſacks betrachten kann. Es iſt ein faſeriges Gewebe, dem Binde- oder Zellgewebe ſehr ähnlich, aber mehr von röthlicher Farbe. Die Faſern verbinden ſich zu Bündeln und bilden ein Netzwerk von langgezogenen Maſchen. Der Hodenſack erhält durch dieſes Gewebe die bekannte Eigenſchaft, ſich zu kräuſeln oder quere Falten zu bilden, gegen welche die Bündel des Faſergewebes ſenkrecht geſtellt ſind. Nach innen geht die **Tunica dartos** in lockeres Bindegewebe über. Es ſcheint jedoch, daß dies Gewebe der **Tunica dartos** nur ein

modifizirtes, reichlicher mit Blutgefäßen verſehenes Zell- oder Bindegewebe iſt, wie es in anderer Form das Gewebe der äußeren Haut bildet. Auch die Haut beſitzt durch dieſes Gewebe Kontraktilität, wie wir bei der ſogenannten Gänſehaut ſehen. Vielleicht iſt auch die Längsfaſerhaut und Ringfaſerhaut der Gefäße nur ein modifizirtes Bindegewebe im Uebergange zum Muskelgewebe, daher man denn auch nicht blos an den Stämmen der Arterien und Venen, ſondern auch am Ductus thoracicus (vgl. §. 267) bei direkt angebrachten Reizen, wie bei Reizung gewiſſer zu dieſen Organen tretender Nerven, Kontraktionen hervorgebracht hat. Chemiſch und hiſtologiſch läßt ſich die Mehrzahl der kontraktilen Faſergewebe vom Muskelgewebe unterſcheiden. Als Typus für die hiſtologiſche Struktur kann man das gewöhnliche Zell- oder Bindegewebe betrachten. In chemiſcher Hinſicht unterſcheiden ſich dieſe Gewebe vom Muskelgewebe dadurch, daß ſie nicht faſerſtoffhaltig ſind und beim Kochen Leim geben. Die Struktur, die Entwickelung und die Lebenseigenſchaften dieſer Gewebe ſind noch ziemlich dunkel, daher ſich ihre Grenzen und Uebergänge noch nicht genau feſtſtellen laſſen. Wahrſcheinlich wird ſich in der Folge eine kontinuirlich fortſchreitende Entwickelung vom einfachen Bindegewebe bis zum quergeſtreiften animalen Muskelgewebe nachweiſen laſſen.

Ich habe dieſe Gewebe nur der Vollſtändigkeit wegen aufführen wollen. Das Nähere darüber ſehe man in den Lehrbüchern der Hiſtologie, vorzüglich bei Henle an verſchiedenen Stellen. Mir ſcheint die am Schluſſe des Paragraphen ausgeſprochene Anſicht ſchon deshalb ſehr wahrſcheinlich, weil wir an einem und demſelben Syſtem von Organen Uebergänge und ſtufenweiſe Vervollkommnungen wahrnehmen. So findet man, wie früher beſchrieben wurde, am Ciliarbande der Vögel bis zur Iris, an den Lymphherzen quergeſtreifte Faſern, welche bei nahe verwandten Organen oder andern Thieren fehlen. Ueber die Vergleichung der hierher gehörigen Bewegungen mit jenen der Pflanzen, z. B. der Mimosa pudica, der Staubfäden der Berberis ſ. d. allgem. Phyſiologie.

Von der Flimmerbewegung.

§. 382.

Eine eigene Klaſſe von Bewegungsphänomenen bildet die Wimperbewegung oder Flimmerbewegung, Motus ciliaris s. vibratorius, welche zwar ſchon von älteren Beobachtern geſehen war, aber von ihnen in ihrem Grunde nicht erkannt, erſt in der neueſten Zeit in ihrer merkwürdigen Eigenthümlichkeit und Verbreitung unterſucht und dargeſtellt worden iſt [1]). Es finden ſich nämlich an verſchiedenen Stellen des menſchlichen und thieriſchen Körpers auf häutigen Flächen ſehr kleine, nur mikroſkopiſch wahrnehmbare, durchſichtige Fäden, Härchen oder Blättchen (Ic. physiol. Tab. XXX. fig. VIII. bis XIV) [2]), welche reihenweiſe neben einander ſich befinden und, den Haaren an den Augenlidern vergleichbar, ebenfalls den Namen Wimpern, Cilia, bekommen haben. Am ſchönſten

laſſen ſich dieſelben bei wirbelloſen Thieren, namentlich bei den Muſcheln, z. B. den Teichmuſcheln, vorzüglich ſchön bei der Gattung Cyclas (Ic. physiol. Tab. XXX. fig. XIV) beobachten, weshalb dieſe Thiere für die erſte Unterſuchung am meiſten zu empfehlen ſind[3]). Die Wimperchen ſind hier $1/100$ Linie groß, haarförmig, zugeſpitzt (fig. XIV. c. c.) und ſitzen auf rundlichen Zellen (a, a) wie auf einem Bulbus auf. Ihre Bewegung iſt hakenförmig (motus uncinatus), indem ſie die Spitze krümmen und raſch wieder gerade ſtrecken. In andern Fällen, ſo namentlich bei den Säugethieren und beim Menſchen, ſind die Wimperchen oft mehr blattförmig (Tab. XXX. fig. XIII. B), ſchwingen aber ebenfalls hakenförmig (fig. XII). Es ſoll außer dieſer hakenförmigen Bewegung in manchen Fällen noch eine trichterförmige (motus infundibuliformis) vorkommen, wo die Baſis der Wimper den Stützpunkt abgiebt, um welche ſich die Spitze ſtrudel- oder kreisförmig bewegt[4]). In noch anderen Fällen ſollen die Wimperchen eine ſchwankende Bewegung (motus vacillans) haben, indem ſie ſich neigen und wieder gerade richten[5]). Schwingen die Wimperchen reihenweiſe fig. XI., fig. XIV), ſo kann man, wenn die Bewegung in voller Kraft beſteht, wegen der Raſchheit derſelben die einzelnen Wimperchen nicht unterſcheiden. Man ſieht nur ein Flimmern am Rande des auf dem Objektträger liegenden Hautſtückchens, als ob ein Licht flackerte oder eine Flüſſigkeit daran raſch vorbeiſtrömte. Nach einiger Zeit oder bei einigem Drucke mit einem Glasblättchen ſieht man einzelne Wimperchen ſtärker, andere ſchwächer ſchwingen. Man ſieht kleine Stückchen der Schleimhaut (XIV. c.), oft nur mit einer oder zwei Wimperchen beſetzt, durch dieſe ſelbſt wie mit Rudern vorbeibewegt werden. Kleine Farbetheilchen, Blutkörperchen u. ſ. w. in die Flüſſigkeit gebracht, werden, ſowie ſie in die Nähe der Wimperchen kommen, raſch weiter geſchleudert und man ſieht deutlich, daß dieſelben im Stande ſind, verhältnißmäßig anſehnliche Maſſentheilchen weiter zu befördern[6]). Die Wimperbewegung zeigt eine große Verbreitung in dem Thierreiche. Bei den niederſten Thieren, namentlich bei den in der See lebenden Thieren, z. B. den Polypen, Echinodermen, Meduſen, Mollusken, kommt die Wimperbewegung faſt auf allen freien Oberflächen, auf der äußeren Haut, wie in den inneren Höhlungen vor, während dieſes merkwürdige Phänomen dagegen bei manchen Thierklaſſen, z. B. den Inſekten, gar noch nicht beobachtet wurde. Bei den Wirbelthieren iſt das Vorkommen beſchränkter, am intenſivſten und ausgebreitetſten noch in der Klaſſe der Amphibien. Bei den warmblütigen Wirbelthieren und dem Menſchen erliſcht es bald nach dem Tode, kann aber doch oft Stunden lang nachher noch beobachtet werden, während es bei den Amphibien viel länger anhält. Die Größe der Wimperchen iſt ſehr verſchieden und wechſelt von $1/60$ bis $1/1000$ Linie; ſie ſind daher oft ſo fein, daß das Phänomen an der Grenze der mikroſkopiſchen Sehkraft ſteht[7]).

1) Die älteſten mikroſkopiſchen Beobachter, ſo namentlich Leeuwenhoek, Swammerdam, Ant. de Heide kannten das Phänomen; Letzterer hat es wahrſcheinlich zuerſt beobachtet, ſ. deſſen Anatome mytuli. Amst. 1684. Die eigentliche, wiſſenſchaftlich nach allen Seiten durchgeführte Entdeckung gebührt aber Purkinje und Valentin, ſ. deren klaſſiſches Werk, De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis tum internis animalium plurimorum et superiorum et inferiorum ordinum obvii commentatio physiologica. Wratislaviae 1835. 4. und die mit Abbildungen begleiteten Nachträge in den Act. acad. caes. Leop. Vol. XVII. P. II. Sehr viele eigenthümliche Beobachtungen, durch die ganze Thierreihe hindurchgeführt, gab auch Sharpey in Todd's Cyclopaedia of anatomy and physiology. Vol. I. London 1836. p. 606. Artikel Cilia. — 2) Ich muß bemerken, daß die Abbildungen fig. VIII und X der Ic. physiol. unrichtig ſind und leicht zu Irrthümern Veranlaſſung geben könnten; es iſt hier namentlich zwiſchen den (im §. 384 zu beſchreibenden) Flimmercylindern b und den Wimperchen c ein Raum gelaſſen, als ob dieſelben auf einer Membran ſäßen, während ſie doch, wie in fig. XIII richtig angegeben iſt, dem Flimmercylinder a unmittelbar aufſitzen. — 3) Man bringt von dieſen Thieren am beſten ein Stückchen vom Mantelrande oder von den Kiemen auf den Schieber des Mikroſkops, ſetzt einen Tropfen Waſſer hinzu und deckt ein dünnes Glasblättchen darauf. Bei Wirbelthieren kann man z. B. die Naſen- und Rachenſchleimhaut vom Froſch, vom Kaninchen, oder auch hiervon die Schleimhaut der Luftröhre, der Eileiter wählen. Man trägt am beſten ein Stückchen mit einer feinen, nach der Fläche gebogenen Scheere ab und legt es, wie einen umgeſchlagenen Rockkragen ſo auf den Schieber, daß der Flimmerrand frei liegt. Das zweckmäßigſte Verdünnungsmittel iſt Blutwaſſer. Es iſt eine 3—500fache Vergrößerung zur deutlichen Anſchauung nothwendig. — 4) Dieſe trichterförmige Bewegung, welche Purkinje und Valentin angeben, habe ich nicht beobachtet, eben ſo wenig die von mehreren Beobachtern beſchriebene ſchlängelnde Bewegung der Wimpern, ähnlich derjenigen der Schwänze der Spermatozoen. — 5) Den Motus vacillans hält Joh. Müller für den häufigſten. Er erſcheint jedoch in der Regel erſt mehr bei abnehmender Wimperkraft, an einzelnen Parzellen; primär iſt hier vielleicht immer der motus uncinatus vorhanden. — 6) Ich verweiſe hier auf die Wimperbewegung in den Gefäßen §. 110, auf der weiblichen Genitalſchleimhaut §. 27 u. 34. — 7) In Bezug auf die zoologiſche Verbreitung der Wimperbewegung muß ich auf die Schriften von Purkinje und Valentin und meine Rezenſion dieſes Werkes in den Münchner gel. Anzeigen Bd. I. S. 202 (1835), ſowie auf den Artikel Cilia von Sharpey verweiſen.

§. 383.

Das Merkwürdige bei der Flimmerbewegung iſt die Unabhängigkeit derſelben vom Nervenſyſtem und von der Integrität der Organe, ja man möchte in gewiſſem Sinne ſagen vom Geſammtorganismus. Bei Weichthieren, z. B. Flußmuſcheln, ſieht man Tage, ja Wochen lang an einzelnen Stückchen der Schleimhaut die lebhafteſte Bewegung der Wimperchen. Selbſt wenn die Thiere großentheils in Fäulniß übergegangen ſind, läßt ſich ſelbige noch wahrnehmen [1]). Bei dekapitirten Schildkröten ſieht man daſſelbe Phänomen noch nach mehreren Wochen [2]). Bei den Vögeln erliſcht es in der Regel ſehr raſch nach dem Tode, gewöhnlich nach einer Viertel-, einer halben Stunde; bei Säugethieren dauert es einige Stunden an, in der Regel ſo lange der Körper noch nicht erkaltet iſt, daher es auch bei war-

mer Temperatur gewöhnlich länger beobachtet werden kann. Beim Menſchen kann man die Beobachtung auf Stückchen aus der Naſenſchleimhaut, auf Naſenpolypen ebenfalls Stunden lang beobachten [3]). Manche Einflüſſe wirken belebend, andere hemmend oder zerſtörend ein. Stoß, leichter Druck, bloße Erſchütterung des Tiſches, worauf das Mikroſkop ſteht, reicht ſchon hin, die Wimperbewegung zu beſchleunigen, dieſelbe wieder hervorzurufen, wo ſie ſtille ſtand. Das Licht ſcheint keinen Einfluß zu haben, eben ſo wenig Elektrizität und Galvanismus, beide nur inſofern, als ſie die Subſtanz zerſetzen, wo dieſe Agentien dann rein chemiſch und lokal wirken; die davon getroffenen Wimpern werden zerſtört, die unberührten, nebenan liegenden Wimperchen ſchwingen fort. Merkwürdiger Weiſe äußern Stoffe, welche ſo heftig auf das Nervenſyſtem einwirken, wie z. B. Blauſäure (mit Waſſer verdünnt), Morphium, Strychnin u. ſ. w. nicht den geringſten Einfluß. Nur korrodirende, die organiſche Subſtanz zerſtörende Mittel tödten auch die Flimmerbewegung, wie z. B. Mineralſäuren, Eſſigſäuren, die kauſtiſchen Alkalien, Sublimat; im geringeren Grade wirken Salze, das Chinin, Alkohol u. ſ. w. Gewöhnliches oder deſtillirtes Waſſer verhindert zwar die Bewegung nicht abſolut, vermindert jedoch ihre Intenſität allmählig, namentlich warmes Waſſer. Sehr eigenthümlich iſt der Einfluß thieriſcher Flüſſigkeiten auf das Phänomen. Das Blut wirkt im höchſten Grade belebend und erhaltend ein. Wenn man ausgeſchnittene Theile von Säugethieren in geſchlagenes Blut legt, ſo erhält ſich die Bewegung drei Tage lang, während ſie im Waſſer nach einer oder einigen Stunden aufhört. Nach den bekannt gemachten Beobachtungen ſoll aber das Blut der Wirbelthiere die belebende Kraft nur auf dieſe ſelber äußern, auf die wirbelloſen dagegen gerade umgekehrt wirken, indem es hier, wie ein heftiges Gift wirkend, die Flimmerbewegung auf der Stelle ſiſtirt und völlig aufhebt. Einen ebenfalls belebenden, aber minder kräftigen Einfluß üben andere organiſche Flüſſigkeiten und zwar in folgender Ordnung in abnehmender Intenſität aus: Milch, Eiweiß, Eidotter, Harn. Galle wirkt auf die Flimmerbewegung bei Wirbelthieren und Wirbelloſen hemmend ein. Bei Thieren, im Winterſchlaf getödtet, zeigt ſich die Flimmerbewegung ganz normal [4]).

1) Purkinje und Valentin ſahen bei Flußmuſcheln noch 12 Tage nach dem Tode die Wimpern ſelbſt an Theilen und Stückchen in lebhafter Bewegung, welche zerriſſen und ganz in Fäulniß übergegangen waren. Aehnliche Beobachtungen habe ich an faulenden Auſtern gemacht. — 2) Nach Purkinje und Valentin hielt bei einer **Emys europaea** die Wimperbewegung in den Lungen 13, im Schlunde ſelbſt 15 Tage nach dem Tode an, ſo daß nur die gänzliche Fäulniß derſelben ein Ziel ſetzte; die Muskeln behielten ihre Irritabilität bis zum 7ten Tage. Stückchen Schleimhaut des Rachens vom Froſch von Stecknadelkopfgröße erhalten auf dem Schieber des Mikroſkops Tage lang die kräftigſte Wimperbewegung, wenn man ſie mit Glasblättchen bedeckt und durch öftere Befeuchtung mit Blutwaſſer, das Blutkörperchen enthält, vor dem Eintrocknen ſchützt. — 3) An exſtirpirten Naſenpolypen — (nicht bei allen ſieht man das Phänomen) — vom Menſchen habe ich die Flimmerbewegung über 6 Stunden unter den nö-

thigen Cautelen beobachtet. — 4) Ueber alle die angeführten Thatſachen vergl. das Werk von Purkinje und Valentin.

§. 384.

Beim Menſchen und bei den Säugethieren hat man bis jetzt die Flimmerbewegung gefunden: Auf der Schleimhaut der Naſenhöhle, des Thränenganges, der Bindehaut der Augenlider, des oberen Theils des Schlundes, der Euſtachiſchen Röhre, des größten Theils des Kehlkopfs bis in die Enden der Bronchien, der weiblichen Genitalien von der Mitte des Mutterhalſes durch die Tuben bis zu den Rändern der Fimbrien, dann auf der Oberfläche aller Hirnhöhlen [1]). Ueberall, wo Flimmerbewegung vorkommt, ſtehen die Wimperchen auf einem eigenen Epithelium, dem ſogenannten Cylinderepithelium (Ic. physiol. fig. X. b), aus neben einander ſtehenden, meiſt koniſchen Zellen gebildet, welche ſenkrecht auf das darunter liegende Gewebe aufgeſetzt ſind. Jede Zelle trägt oben auf ihrer freien, breiteren Fläche mehrere Flimmerhaare und enthält inwendig einen anſehnlichen Kern (nucleus) mit einem Kernkörperchen (nucleolus) [2]). Die Zellen des Flimmerepitheliums variiren in Größe und Form etwas an verſchiedenen Stellen. Am zarteſten ſind die Zellen und Wimpern im Gehirn (Ic. physiol. Tab. XXX. fig. 9) [3]). Jeder Cylinder trägt 6, 8 und mehr Wimperchen, welche bald gleich lang, bald von verſchiedener Länge ſind. Es ſind hinfällige Gebilde, welche bei normalen und pathologiſchen Sekretionen, z. B. bei der monatlichen Reiniguug, bei Schleimflüſſen, Katarrhen, zugleich mit dem Epithelium abgeſtoßen, aber leicht regenerirt werden [4]). Ihre funktionelle Bedeutung iſt dunkel und mit Sicherheit läßt ſich darüber nichts angeben, eben ſo wenig über den Grund ihrer Bewegung [5]).

1) S. Henle bei Sömmerring S. 245. Mit Abb. Ich kann die Angaben im Weſentlichen beſtätigen, nur halte ich es für problematiſch, ob die Wimperzellen wirklich bis in die Endbläschen der Bronchien gehen, wo ich ſie nicht mit Sicherheit wahrnahm. — 2) Da die in den Icones gegebenen Abbildungen nicht ganz richtig ſind, ſo mag hier eine mehr ſchematiſche ſtehen. Jede Zelle a a trägt an ihrem freien,

der Oberfläche der Schleimhäute zugekehrten Fläche einen Büſchel Flimmerhaare b b; zuweilen ſind einzelne Zellen unten lang, ſchwanzförmig ausgezogen a*; etwa in der Mitte findet ſich der Kern, mit den Kernkörperchen; die Lage der Kerne ſieht man auch im Querdurchſchnitt B der Flimmerzellen, ſowie auch der Nucleus bei Betrachtung auf der Schleimhautfläche von oben nicht ſelten durchſchimmert. Um beim Menſchen die Wimperbewegung zu ſehen, darf man nur mit einem ſtumpfen Skalpell über die Schleimhaut der Naſe wegfahren und dann das Abgeſchabte auf den Schieber des Mikroſkops bringen, wobei man immer einige Cylinder mit noch ſchwingenden Wimperchen finden wird. Zugleich kann man das Pflaſterepithelium aus der Mundſchleimhaut von der Fläche der Wange ſich auf dieſelbe Weiſe verſchaffen und mit vergleichen. — 3) Henle fand auch, jedoch nur beim Menſchen, ein Flimmerepithelium auf der Bindehaut der Augenlider, wo

die Cilien außerordentlich fein ſind. Man darf der Analogie nach wohl annehmen, daß auch die kleine Dotterkugel des menſchlichen Ovulums, während ihres Durchtritts durch die Tuba, nach der Befeuchtung ſich mittelſt eines tranſitoriſchen Wimperbeſatzes in ihrer Schalenhaut drehen wird. Biſchoff hat wenigſtens dieſe merkwürdige Thatſache für die Säugethiere nachgewieſen, ſ. Müller's Archiv. 1841. S. 14. — 4) Vergl. hierüber §. 27. — 5) Ihrer muthmaßlichen Mitwirkung zur Beförderung des Samens zum Eierſtock wurde ſchon früher gedacht. Daß ſie bei der Generation eine funktionelle Bedeutung haben, dafür ſpricht deren Vorkommen jenſeits der Scheide und die Thatſache, daß ſie erſt in der Zeit der Geſchlechtsreife ſich entwickeln. Vergl. §. 39. Sie könnten auch z. B. möglicher Weiſe auf der Reſpirationsſchleimhaut, auf der Schleimhaut der Euſtachiſchen Röhre, Partikelchen von Schleim fortſchaffen, bis zu der Stelle, wo dieſelben willkürlich durch Räuſpern ausgeworfen werden können. — 6) Man hat, aber gewiß ſtets nur unklar, im Innern der Flimmerzellen ein ſtreifiges Gefüge geſehen und die Muthmaßung ausgeſprochen, es möchten vielleicht hier feine kontraktile Faſern liegen, welche durch Zuſammenziehung auf die Cilien wirkten und ſo die Bewegung vermitteln. Etwas Sicheres hierüber anzugeben, iſt jedoch, wenigſtens mit unſern derzeitigen optiſchen Mitteln, unmöglich.

Von einigen iſolirten Bewegungsphänomenen.

§. 385.

Es kommen bei Pflanzen und Thieren Bewegungen in feinen Elementartheilen vor, die, wenn ſie ſpäter genauer erforſcht ſeyn werden, vielleicht Uebergänge zu den Flimmerbewegungen bilden und deren Weſen erklären helfen. Es ſind dies Bewegungen an und in iſolirten Zellen, und die eben deshalb an die iſolirte Thätigkeit der einzelnen Wimperchen auf je einer Flimmerzelle erinnern. So kommen bei den Polypen, Aktinien, Meduſen auf der Hautfläche kleine mikroſkopiſche Kapſelchen vor, einzelne dünnwandige Bläschen oder Zellen, in denen ſpiralig eingeſchloſſene feine Fäden liegen, die ſich herausſtülpen können und merkwürdige, ſchlängelnde, taſtende Bewegungen ausführen, welche entfernt an die der Spermatozoen erinnern [1]). Noch merkwürdiger ſind die farbigen Pigmentzellen oder Chromatophoren der Tintenfiſche, deren Wände elaſtiſch und kontraktil ſind und die ſich wie pulſirende Herzen kontrahiren und ausdehnen können, aber in viel ſtärkerem Maaße; ſie gleichen öfters den ſternförmigen oder ramifizirten Zellen z. B. in der Haut der Fröſche, oder den Zellen der Knochenkörperchen; enthalten inwendig Kerne und Kernkörperchen [2]). Sie vermitteln den merkwürdigen Farbenwechſel dieſer Thiere. An dieſe Bewegungen der Zellenwände der Chromatophoren reihen ſich die an den Dotterkugeln (Dotterzellen) der Planarien beobachteten Zuſammenziehungen und Ausdehnungen; periſtaltiſche und antiperiſtaltiſche Bewegungen, wodurch die Beſtandtheile jeder Dotterkugel unaufhörlich hin- und hergeſchoben werden [3]). Hier dürfte dann auch wieder an die Bewegungen der Spermatozoen erinnert werden, der früher umſtändlich betrachteten, meiſt fadenförmigen Gebilde, welche den Inhalt von Zellen bilden und oft ſchon inner-

halb der Zelle ihre Bewegung entwickeln [4]). Dies führt weiter zu den Bewegungen der Otolithen in den Hörkapſeln der Schnecken, von denen früher die Rede war (§. 292) [5]). Hier zeigen ſich, wie ſchon bei den Spermatozoen, unmittelbare Uebergänge zu den Bewegungen in den Pflanzenzellen, namentlich zur Rotation der Saftkügelchen in den Charen, Vallisnerien und andern Waſſerpflanzen. Und ſo reihen ſich zuletzt der Betrachtung die übrigen pflanzlichen Bewegungen, die der Oscillatorien, der Kügelchen in den Cloſterien und anderer niederer Pflanzen an, welche uns wieder zu dem geheimnißvollen chemiſchen Wirken der einzelnen Zellen führen, das wir erſt in der allgemeinen Phyſiologie näher betrachten können. Unſtreitig iſt hier noch ein reiches Feld für die Beobachtung und es ſcheint, daß ſich von hieraus auch manche räthſelhafte Frage wird löſen laſſen, welcher wir bei Betrachtung des menſchlichen Organismus begegnen [6]).

1) Ich habe dieſe Gebilde früher irrig bei den Aktinien als Samenthierchen beſchrieben. Vergl. §. 6. Kölliker hat die merkwürdigen Bewegungen dieſer Gebilde beſtätigt; er nennt ſie Spiralzellen. Vergl. deſſen Schrift: Beiträge zur Kenntniß der Geſchlechtsverhältniſſe und der Samenflüſſigkeit wirbelloſer Thiere. Mit 3 Kupfertafeln. Berlin 1841. Für analog halte ich die von mir bei den Meduſen als Neſſelorgan beſchriebenen Gebilde. Vergl. Archiv für die Naturgeſchichte. Jahrgang 1841. S. 38 und Icones zootomicae Tab. XXXIII und XXXIV. — 2) Vergl. hierüber meinen Aufſatz im Archiv für Naturgeſch. 1841. S. 35, ſowie Icones zootomicae Tab. XXIX. Vielleicht iſt der Farbenwechſel mancher Wirbelthiere z. B. des Chamäleons durch ein analoges Phänomen bedingt. — 3) v. Siebold hat dieſe merkwürdigen Thatſachen bei den Planarien beobachtet und der Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin vorgelegt. S. deren Monatsberichte. Februar 1841. — 4) Seit der früher im erſten Buche der Phyſiologie gegebenen Darſtellung der Bewegungen der Spermatozoen, habe ich und andere neuere Beobachter erweiterte Erfahrungen gemacht. Vorzüglich wichtig iſt die oben angeführte Schrift von Kölliker. Bei den Meduſen habe ich die Bewegungen der Spermatozoen in den Hodenzellen, vor der Entleerung, beobachtet. Vergl. meine Schrift über die Pelagia noctiluca und die Organiſation der Meduſen, ſowie Icones zootomicae Tab. XXXIII. In dem letztern Werke ſind auch verſchiedene neue Abbildungen über Spermatozoen bei Wirbelthieren und Wirbelloſen. — 5) Nach neueren Unterſuchungen muß ich jedoch die Bewegungen der Otolithen bei den Schnecken auf Flimmerbewegungen reduziren. Ich glaube bei ſtarken und klaren Vergrößerungen z. B. mittelſt der größeren Oberhäuſer'ſchen Mikroſkope die ſehr feinen Wimperchen beſtimmt wahrgenommen zu haben. — 6) Ich muß hierüber auf die Lehrbücher der Botanik, auf die allgemeine Phyſiologie und auf eine ſpäter erſcheinende größere Arbeit verweiſen, welche ich über die organiſchen Bewegungsphänomene überhaupt begonnen habe. Viele pflanzliche Bewegungen ſtehen im innigen Zuſammenhange mit dem Wachsthum.

Vierter Abſchnitt.

Vom Bau und der Funktion der Centralorgane für Empfindung und Bewegung.

Allgemeine Morphologie des Gehirns.

§. 386.

Wir beſitzen keine wiſſenſchaftliche Anatomie des Gehirns, denn was wir in dieſer Hinſicht wiſſen, iſt wenig mehr, als eine äußere Wahrnehmung und Aufzählung gewiſſer Abſchnitte und geſonderter Formtheile der größeren Hirnpartien, deren Zuſammenhang wir durch ſenkrechte und wagrechte mechaniſche Zerſchneidung zu erkennen ſuchen. Die vergleichende Anatomie und die Entwickelungsgeſchichte haben uns einige leitende Prinzipien gegeben, denn die ältere Zergliederungsmethode gab uns ſo wenig Einſicht, als wir etwa von dem Bau der Leber bekommen würden, wenn wir dieſelbe willkürlich in Längs- und Querſchnitte theilten und dann eine Beſchreibung von der Anſicht der Durchſchnittsflächen geben wollten. Ueberall, wo die Einſicht in die Funktion fehlt, bleibt uns auch die Struktur mehr oder weniger dunkel, da wir der leitenden Prinzipien bei der anatomiſchen Unterſuchung entbehren, wie z. B. die Schilddrüſe, die Thymus, die Nebennieren noch heute zeigen. Auf der anderen Seite kann aber eine allgemeine morphologiſche Betrachtung, welche die weſentlichen, typiſchen Elemente des Hirnbaues aufzufaſſen ſtrebt, doch einiges Dämmerungslicht auf die Organiſation und Verbindung jener Elemente werfen [1]). Wir haben hiezu einen vierfachen Weg einzuſchlagen. Wir unterſuchen die Formvariationen der Hirntheile in der Thierreihe und beſtreben uns, aus dieſer komparativ-anatomiſchen Betrachtung die durchgreifenden Verhältniſſe von den zufälligen zu unterſcheiden [2]). 2) Wir vergleichen mit dieſen bleibenden Bildungen die Entwickelungsſtadien des Hirnbaues im Fötus und in den verſchiedenen Lebensperioden [3]). 3) Wir verfolgen die Primitivfaſern und deren Ausſtrahlungen aus den Nerven und aus dem Rückenmark und unterſuchen deren Verlauf ſo weit als möglich im Gehirn, ihr Verhalten zu den Anhäufungen der grauen Subſtanz (Ganglienkörper-Aggregate) und ihre Combinationen unter einander, ſowie mit den verſchiedenen Abtheilungen und Sonderungen der Hirntheile [4]). 4) Wir befragen die pathologiſchen Erſcheinungen, namentlich die angeborenen Mißbildungen im Gehirn, ob ſich aus denſelben Anhaltspunkte für funktionelle Erſcheinungen gewinnen laſſen [5]). Die Verbindung dieſer verſchiedenen Methoden giebt uns zur Zeit nur einige allgemeine Anhaltspunkte für phyſiologiſche Betrachtung. Bei

allen dieſen Unterſuchungen müſſen wir übrigens die Kenntniß der gewöhnlichen Darſtellungen in den anatomiſchen Lehrbüchern vorausſetzen [6]).

1) Es dauerte lange Zeit, bis wir nur die dürftige anatomiſche Kenntniß vom Hirnbau erlangten, die wir gegenwärtig beſitzen. Neben allen den oben bezeichneten Methoden können wir die ältere Unterſuchungsart, durch Längs- und Querſchnitte eine Aufklärung zu bekommen, nicht entbehren. — 2) Der beſondere Werth dieſer Anſchauungsweiſe iſt von allen Seiten anerkannt; Joh. Müller ſagt: „in keinem Theile der Phyſiologie kann man größere Anforderungen an die vergl. Anatomie machen, als in der Phyſiologie des Gehirns." Handb. der Phyſiol. Bd. II. S. 805. Aus dieſem Grunde habe ich auch dieſem morphologiſchen Abſchnitte der Phyſiologie in den Icones physiologicae eine beſondere Reihe von Tafeln gewidmet, deren Zahl und detaillirte Ausführung ich für nothwendig zum Verſtändniß hielt. Mit möglichſter Rückſicht auf Entwickelungsgeſchichte ſind Gehirne von verſchiedenen Thieren auf Tab. XXII—XXVII zuſammengeſtellt worden. Einige eingeſchlichene kleinere Fehler können durch Vergleichung mit den Icones zootomicae. Lips. 1841. verbeſſert werden, ſo z. B. die in fig. XIV. Tab. XXIII und fig. XVI. Tab. XXIV nicht abgebildete Zirbeldrüſe im Vogelgehirn, welche in Tab. XII der Icon. zootom. dargeſtellt iſt. Dieſe zootomiſchen Tafeln geben auch gerade für die komparative Darſtellung des Hirnbaues ein Supplement zu den Ic. physiologicae. Außerdem ſind namentlich für die höheren Thierklaſſen zu vergleichen die klaſſiſchen Arbeiten von Tiedemann, deſſen: Icones cerebri simiarum et quorundam mammalium rariorum. Heidelb. 1821. fol. — Zeitſchrift für Phyſiologie. Bd. II. — Das Hirn des Negers mit dem des Europäers und Orang-Utang verglichen. Heidelb. 1837. 4. — Als ſehr unvollkommen ſind die Darſtellungen von Serres und von Desmoulins zu betrachten, theils veraltet, theils ungenau: *Serres* Anatomie comparée du cerveau dans les quatre classes des animaux vertebrés appliquée à la physiologie et à la pathologie. Paris 1827. 2 Vol. mit Atlas in 4. — *Desmoulins* Anatomie du système nerveux des animaux à vertèbres. 2 Vol. 1825. Mit Atlas in 4. — Weit beſſere Abbildungen, namentlich von Säugethiergehirnen, finden ſich in *Leuret:* Anatomie comparée du système nerveux considéré dans ses rapports avec l'intelligence. Bis jetzt 1 Band und 2 Hefte des Atlaſſes in Folio. Paris 1839. — Zur Zeit beziehen ſich alle unſre zootomiſchen Kenntniſſe faſt nur auf die äußere Anordnung der größeren Hirnabtheilungen. — 3) Die Entwickelungsgeſchichte des Gehirns iſt ſeinen Hauptverhältniſſen nach ſchon im erſten Buche gegeben, worauf ich mich beziehe. Mehr mit Rückſicht auf die Phyſiologie des Gehirns und deſſen Zuſammenhang mit den höheren Sinnesorganen mag die Zuſammenſtellung auf Tab. XXII. u. d. f. d. Icon. physiol. dienen. — 4) Auf der reellen Löſung dieſer Aufgabe beruht die Zukunft einer Anatomie und Phyſiologie des Gehirns. Es würde eine der größten Leiſtungen in der Anatomie und Phyſiologie ſeyn, wenn wir auch nur von einem einzigen Thiere eine ſolche graphiſche Darſtellung der Rückenmarks- und Hirnfaſerung, z. B. eine Auflöſung des Gehirns vom Froſch in ſeine Primitivfaſern beſäßen. Hierzu iſt freilich noch gar keine Ausſicht und die Löſung dieſer Aufgabe dürfte an bis jetzt unüberwindlichen Schwierigkeiten ſcheitern. Was wir heutiges Tages wiſſen, beſchränkt ſich auf eine gröbere Kenntniß von den Hauptzügen der Primitivfaſerbündel in der ſogenannten Hirnfaſerung. — 5) Aeußerſt dürftig und unvollkommen ſind die pathologiſchen Thatſachen. Die mangelhafte Kenntniß der Mehrzahl der Aerzte vom Hirnbau, die unvollkommenen Sektionen, die häufig unbrauchbaren Referate, geſtatten nur eine höchſt vorſichtige Anwendung für die Phyſiologie. Burdach hat in ſeinem großen Werke über das Gehirn eine Zuſammenſtellung der Sektionsreſultate verſucht, woraus ſo gut als nichts hervorgeht. Wichtiger ſind neuere und ältere Unterſuchungen über angebornen Blödſinn und

die kranioſkopiſchen Unterſuchungen, wovon ſpäter die Rede ſeyn wird. — 6) Die anatomiſchen Unterſuchungen aus dem vorigen Jahrhundert ſind unbrauchbar. Selbſt die fleißigen Arbeiten von *Vicq' d'Azyr:* Traité d'anatomie et de physiologie. Paris 1786—90. fol. (bei Loder kopirt), wo ſich die meiſten, zum Theil kolorirten Abbildungen des Gehirns finden, ſind ganz ungenügend. Unſere beſſere Kenntniß des Gehirns beginnt mit Sömmerring's Darſtellungen, welcher ſich vorſichtig auf die Entwickelung der Hauptmaſſenverhältniſſe und die Urſprünge der Nerven beſchränkte. *Soemmerring* Tabula baseos encephali. Fcf. ad Moen. 1799. fol. — Deſſen Academicae annotationes de cerebri administrationibus anatomicis in den Denkſchriften der Akademie der Wiſſenſchaften zu München. 1808. — Deſſelben Quatuor hominis adulti encephalum describentes tabulae. Herausgegeben von d'Alton. Berol. 1830. 4. Viele Verdienſte um die Anatomie des Gehirns erwarb ſich Gall. Die wichtigſten Reſultate ſind niedergelegt in *Gall et Spurzheim* Anatomie et Physiologie du système nerveux en général et du cerveau en particulier. Paris 1809—1819. 4 Vol. in 4. avec 100 planches fol. Doch beginnt erſt mit Reil eine wiſſenſchaftlichere Richtung, namentlich durch das Studium der Faſerung. Reil's Abhandlungen und bildliche Darſtellungen im Archiv für die Phyſiologie. Bd. VIII, IX, XI gehören noch jetzt zu den beſten, namentlich für den Bezirk des kleinen Gehirns. — Einen weiteren Fortſchritt auf dieſem Wege bezeichnet: Burdach vom Baue und Leben des Gehirns. 3 Bde. 4. 1819—1826, leider mit nur wenigen Abbildungen. Die beſten neueren bildlichen Darſtellungen über das menſchliche Gehirn gab Langenbeck in ſeinen Tabulae anatomicae, dann vorzüglich Arnold in ſeinen neuen Tabulae anatomicae. Fasc. I. 1838, wobei die Schrift deſſelben Verf. zu vergl. iſt: Bemerkungen über den Bau des Hirnes und Rückenmarkes. Zürich. 1838. 8. Vergl. auch Icon. physiol. Tab. XXVII, wo mehrere Zuſammenſtellungen der wichtigſten Verhältniſſe gegeben ſind.

§. 387.

Durch den Bau des Gehirns in den Wirbelthierklaſſen geht ein gemeinſamer Plan, der mit ſteigender Vervollkommnung vom Fiſch bis zum Menſchen zu verfolgen iſt (Ic. physiol. Tab. XXIII u. XXIV). In den Fiſchen liegen die kugelförmig geſonderten Abtheilungen hinter einander. Verfolgt man dieſe Abtheilungen, z. B. beim Hecht, beim Haifiſch oder Rochen, von hinten nach vorne, ſo entwickelt ſich das in hintere und vordere Stränge (wie im Menſchen) zerfallende Rückenmark (Tab. XXIII. fig. I) zu der erſten anſchwellenden Hirnabtheilung, dem verlängerten Mark (Tab. XXIII. fig. I, II, III. e. Tab. XXIV. fig. XVII, XVIII. Tab. XXVII. fig. XVI, XVIII. e), das bereits als wahrer Hirntheil betrachtet werden muß. Aus ihm entſpringt der Hörnerve (Tab. XXIII. fig. I, III, XXIV. fig. XVII); es iſt die eigentliche Hirnabtheilung für das Gehörorgan. In ihm wurzeln gleichzeitig alle übrigen Hirnnerven, mit Ausnahme der beiden vorderſten (vergl. Tab. XXVII. fig. XIII—XIX). Man nennt das verlängerte Mark am beſten Nachhirn. Vor dem verlängerten Mark und vor dem ſpäter zu erwähnenden kleinen Gehirn (Tab. XXIII. fig. II. etc. d) liegt ein Ganglienpaar, das bei den Knochenfiſchen aus einem Paar großen gewölbten Halbkugeln (Tab. XXIV. fig. XVII—XIX u. Tab. XXVII. fig. XVIII. c), bei den Knorpelfiſchen

aus zwei viel kleineren (Tab. XXIII. fig. I, II, III. Tab. XXVII. fig. XV. c) halbkugelförmigen Erhabenheiten beſteht. Bei den Knochenfiſchen, z. B. den Hechten (Tab. XXIV. fig. XVII, XVIII, XX. b), ſind ſie im Innern hohl (dritte Hirnhöhle) und auf ihrem Boden entwickeln ſich mehrere kleinere, den Vierhügeln und Streifenhügeln beim Menſchen ähnelnde Ganglien (Tab. XXVII. fig. XVIII u. XX); außerdem ſieht man auch quere Verbindungsſtränge von Markfaſern (der hinteren und weichen Kommiſſur beim Menſchen entſprechend. Tab. XXIV. fig. XVIII). Wir nennen dieſe mittlere Abtheilung, aus denen der Sehnerve mit ſtarken Wurzeln entſpringt (Tab. XXIV. fig. VIII. Tab. XXVII. fig. XVIII, XIX), das Mittelhirn. Bei den Knorpelfiſchen (Tab. XXIII fig. I, II, III. b. c. Tab. XXVII. fig. XVI. b. c) iſt dieſe Abtheilung ſchmäler und kleiner; ſie zerfällt in ein kleineres Ganglienpaar (c), welche den Vierhügeln entſprechen, und in eine weiter vorne liegende ſchmale Abtheilung (b), mit offener Höhlung (dritte Hirnhöhle). Aus dieſem Mittelhirn entſpringt auch bei den Knorpelfiſchen (Tab. XXIII. fig. I, III) der Sehnerve. Es iſt alſo die Hirnabtheilung für das Sehorgan. Zuweilen entwickeln ſich in deſſen Umfang noch acceſſoriſche Ganglien (Tab. XXIII. fig. III. Tab. XXVII. fig. XIX*. fig. XVI, XVII**). Weiter nach vorne erſcheint eine andere paarige Abtheilung, welche bei den Knochenfiſchen ſtark getrennt (Tab. XXIV. fig. XVII—XX. Tab. XXVII. fig. XVIII, XIX. a), ſehr klein und durch eine Kommiſſur (Tab. XXIV. fig. XVIII**, XX*, der Commissura anterior entſprechend) verbunden iſt. Aus dieſer Abtheilung entſpringt der Riechnerve, jedoch nicht unmittelbar, ſondern aus einer beſondern, weiter nach vorne liegenden Anſchwellung, dem Riechnervenganglion (Tab. XXIV. fig. XVII—XX). Bei den Knorpelfiſchen, wo der Riechnerve ſtärker iſt, erſcheint auch dieſe Abtheilung höher entwickelt (Tab. XXIII. fig. I, II, III. a. Tab. XXVII. fig. XVI, XVII. a). Wir nennen ſie Vorderhirn. Wir haben das kleine Gehirn (Hinterhirn?) noch nachzutragen, welches als unpaare Anſchwellung, z. B. bei den Lampreten und andern Cykloſtomen (Tab. XXIII. fig. III, IV. d), wie eine ſchmale Kommiſſur oder Brücke, bei den echten Knorpelfiſchen dagegen als ein großer, oft weiter getheilter Lappen (Tab. XXIII. fig. I, II. Tab. XXVII. fig. XVI. d) erſcheint und bei den Knochenfiſchen (Tab. XXIV. fig. XX c. Tab. XXVII. fig. XVIII. d) auch anſehnlich entwickelt iſt. Es enthält im Inneren eine Höhlung (Tab. XXIII. fig. IV. Tab. XXIV. fig. XVIII u. XX), welche der vierten Hirnhöhle entſpricht. Die dritte Hirnhöhle verlängert ſich ſehr allgemein in den Trichter, an dem ſich ein oft ſehr ſtarker Hirnanhang (Hypophysis cerebri) befindet (Tab. XXIII. fig. IV*. Tab. XXVII. fig. XVII u. XX. g). Ob eine Zirbeldrüſe bei den Fiſchen vorkommt, iſt zweifelhaft; etwas Analoges findet ſich bei Knochen- und Knorpelfiſchen; ein an dieſer Stelle entwickeltes unpaares Läppchen erſcheint bei den Cykloſtomen (Tab. XXIII. fig. III., hinter b).

Man ſieht, daß nach dieſer von mir gegebenen Betrachtungsweiſe drei Hauptabtheilungen, außer dem nicht zweifelhaften kleinen Gehirn vorkommen, Nachhirn, Mittelhirn, Vorderhirn, welche in direktem Zuſammenhang mit den drei Sinnesorganen, Hör-, Seh-, Geruchorgan ſtehen. Dies Verhältniß anſchaulich zu machen, dürfte beſonders die fig. I der Tab. XXIII, das Gehirn eines Haifiſches darſtellend, dienen. Das Vorderhirn betrachte ich zwar als Analogon vom großen Gehirn der höheren Wirbelthiere und des Menſchen. Aber es iſt noch ſehr rudimentär und nur in ſeiner Uranlage mit in dem Vorderhirn der Fiſche enthalten und namentlich bei den Knorpelfiſchen wird deſſen Ablöſung vom Vorderhirn, als eine weitere Entwickelung nach oben und hinten deutlich. In den Fiſchen iſt der Riechnerve weit mehr abgeſchnürt von dieſen Hemiſphärenrudimenten. Es iſt hier nicht der Ort, die Controverſen zu berühren, welche ſich namentlich über das Mittelhirn der Knochenfiſche bei den Zootomen erhoben haben. Vergl. hierüber mein Lehrbuch der vergl. Anat. §. 279 und Joh. Müller Lehrbuch der Phyſiol. Bd. I. S. 824 (3te Aufl.). Wie das Gehirn durch einfache paarige Anſchwellungen, die ſich vor dem Rückenmark entwickeln, in der Wirbelthierreihe entſteht, ſieht man bei den niederſten Fiſchen, z. B. der Myxine glutinosa. Ic. phys. Tab. XXVII. fig. XX.

§. 388.

Die weſentliche Anordnung in der morphologiſchen Gliederung und Zuſammenſetzung des Hirnbaues der Fiſche finden wir auch bei den Amphibien wieder. Die nackten Amphibien, wie z. B. der Froſch (Tab. XXIII. fig. VIII, IX, X) reihen ſich am nächſten den niederen Knorpelfiſchen an. Vor dem verlängerten Mark mit anſehnlicher Rautengrube befindet ſich als ſchmales Markbändchen das kleine Gehirn, in welches ſich (fig. X) das Dach der dritten Hirnhöhle, wie in den Wurm beim Menſchen, fortſetzt. Vor dem kleinen Gehirn liegen die beiden Vierhügel, weiter nach vorne die Zirbel (fig. VIII*), welche über der dritten Hirnhöhle liegt, die ſich weiter nach vorne erſtreckt. Auf dieſe Weiſe wird das Mittelhirn umſchrieben, von welchem unten (fig. IX*) der Hirnanhang und die Sehnerven abgehen. Weiter nach vorne befinden ſich die beiden Hemiſphären, welche ſich am Vorderhirn ſtärker entwickeln; nach vorne vom Vorderhirn entſpringen die Riechnerven. Bei den beſchuppten Amphibien, z. B. den Schildkröten (Tab. XXIII. fig. XI, XII. Tab. XXVII. fig. XIV, XV), verhalten ſich verlängertes Mark, kleines Gehirn (d), die noch hohlen Vierhügel (c), Zirbel (f), Trichter (g) ähnlich. Aber die Hemiſphären ſind anſehnlich entwickelt und von ihrem vorderen Theile entſpringen die Riechnerven. Die Hemiſphären ſchließen als umgerollte Blätter die Seitenventrikel (Tab. XXVII. fig. XIV) mehr ab, auf deren Boden ſich Ganglien (Streifenhügel und Linſenkerne) erheben und die Gefäßgeflechte ſichtbar ſind.

Siehe hierüber zur Vergleichung mit fig. VIII bis X. Tab. XXIII die bezifferten Abbildungen des Gehirns und Rückenmarks vom Froſch in den Icones zootomicae. Tab. XVII fig. II und III. Vergl. auch hier die intereſſanten Modifikationen des Hirnbaues bei anderen Amphibien.

§. 389.

Die Vögel (Tab. XXIII. fig. XIV—XVII., Taube; Tab. XXIV. fig. XVI. Tab. XXVI. fig. V., Eule; Tab. XXV. fig. IX. Tab. XXVII. fig. XIII., Gans) haben eine ſehr gleichmäßige Anordnung der Hirntheile. Das verlängerte Mark oder Nachhirn iſt anſehnlich; eine Brücke fehlt noch, doch finden ſich einzelne quere Markfäden. Das kleine Gehirn entſpricht mehr dem entwickelten Wurmtheile der Säugethiere und die Hemiſphären ſind nur angedeutet; es iſt in Blätter durch quere Einſchnitte getheilt. Ein Theil der Markſtränge des verlängerten Marks ſtrahlt in daſſelbe aus, giebt Aeſte ab, welche mit grauer Ganglienmaſſe belegt werden, und bildet ſo einen Lebensbaum (Tab. XXIII. fig. XVI. Tab. XXV. fig. IX). Quere Markbänder (Kommiſſuren) erſcheinen (Tab. XXIII. fig. XVI), ſobald man die ohnedies nach außen und unten geſchobenen anſehnlichen Vierhügel (XIV, XV. c) auseinanderzieht; weiter nach vorn erſcheint die dritte Hirnhöhle, welche vorn von der vorderen Kommiſſur (fig. XVI) begrenzt wird, die in die anſehnlichen Hemiſphären ausſtrahlt, von denen vorne und unten die Riechnerven mit Anſchwellungen (abgelöſten Theilen des Vorderhirns, Riechnervenganglien) entſpringen. Zirbel und Hirnanhang (Tab. XXIII. fig. XVII) ſind deutlich. Die Hemiſphären ſind glatt, ohne Windungen, ohne Hinterlappen, daher das kleine Gehirn, unbedeckt vom großen, dicht hinter demſelben liegt. Von der großen Kommiſſur der Hemiſphären, oder dem Balken, iſt ein Rudiment vorhanden.

Die Zirbel iſt Tab. XXIII. fig. XVI nicht ganz richtig dargeſtellt; ſie erſcheint auf der Oberfläche des Gehirns als zungenförmiges Läppchen in dem Raume zwiſchen dem kleinen Gehirn und den Hemiſphären. Vergl. Ic. zootom. Tab. XII. fig. I. II. d.

§. 390.

Unter den Säugethieren haben das Schnabelthier (Tab. XXIV. fig. XIV, XV) und die Beutelthiere (Tab. XXIV. fig. XIII. Tab. XXV. fig. VIII) die unvollkommenſte Hirnbildung. Bei letzteren ſind die Hemiſphären, beſonders nach hinten, ſehr wenig entwickelt und der Balken iſt höchſt rudimentär [1]). Beim Schnabelthier iſt das kleine Gehirn noch ſehr vogelähnlich, faſt nur im Wurmtheile entwickelt, und die Hemiſphären laufen beſonders nach vorne ſehr ſchmal zu. Allgemein findet ſich aber die Kommiſſur des kleinen Gehirns oder die Brücke. Bei den niederen Ordnungen, den Nagern, Edentaten und Beutelthieren, wo überall die Hemiſphären glatt, ohne Windungen und wenig entwickelt ſind, liegt das kleine Gehirn nicht nur ganz frei und unbedeckt, ſondern ſelbſt die Vierhügel und die Zirbel liegen frei zu Tage [2]). Der Wurmtheil des kleinen Gehirns iſt immer viel entwickelter, als die Seitentheile. Noch bei den kleinen Affen Amerikas, z. B. beim Tamarin (Midas rufimanus, Tab. XXIV. fig. XII.),

ſind die Hemiſphären ganz glatt, in ihren hinteren Lappen jedoch beträchtlich entwickelt, ſo daß ſie das kleine Gehirn großentheils bedecken. Bei den reißenden Thieren ſind die Windungen vorhanden, eben ſo bei den Wiederkäuern und an dem ſehr rundlichen Gehirn des Delphins ſtark ausgebildet, die hinteren Lappen ſind jedoch nur unvollſtändig entwickelt und laſſen das kleine Gehirn zum Theil frei [3]). Die Vierhügel ſind öfter noch hohl und bei den niederen Ordnungen größer; die Sehhügel nehmen bei den höheren Ordnungen an Größe zu; der Streifenhügel (corpus striatum) ſcheint in den niederen Ordnungen mehr entwickelt zu ſeyn. Gewölbe, durchſichtige Scheidewand, ſowie der Balken ſind vorhanden, bei den niederen Ordnungen aber wenig entwickelt. Die Markkügelchen (eminentiae candicantes) bilden in der Regel eine einfache Wölbung. Die Hirnhöhle iſt in ihren Seitenventrikeln, beſonders aber im hinteren Horn, wenig entwickelt. Das Ammonshorn iſt gewöhnlich ſehr anſehnlich, während dagegen die Vogelklaue zugleich mit dem Hinterhorn der Seitenventrikel fehlt. Eigenthümlich ſind bei weitem den meiſten Säugethieren, wie namentlich den Nagern, Wiederkäuern, Pachydermen, Beutelthieren, Edentaten, Beutelthieren und fleiſchfreſſenden Thieren die großen Anſchwellungen für die Riechnerven (ſogenannte Zitzenfortſätze oder Riechkolben, Processus mammillares, Tab. XXIV. fig. XIII, XIV. Tab. XXV. fig. IV, VIII). Sie enthalten eine große mit den Seitenventrikeln in Verbindung ſtehende Höhlung und liegen als anſehnliche Lappen unter und vor den Lappen des großen Gehirns [4]).

1) Nach Owen's intereſſanten Unterſuchungen, Philos. transact. 1837. p. I. Vgl. Müller's Jahresbericht im Archiv f. 1838 S. 124, fehlt der Balken größtentheils bei allen Beutelthieren; es iſt hier nur ein ſchmales Markband, welches die Hemiſphären verbindet. — 2) Vergl. die Abbildungen der Gehirne vom Ameiſenfreſſer und der Wanderratte in den Icones zootom. Tab. VIII. fig. X und XI. — 3) Vergl. die Gehirne der Giraffe und des Delphin's Ic. zootom. Tab. VIII. fig. VI. VII. IX. — 4) Ueber weitere Details ſ. mein Lehrb. d. vergl. Anat. S. 411.

§. 391.

Intereſſant iſt die Vergleichung des Gehirns und Rückenmarks mit dem der Affen, namentlich der beiden dem Menſchen zunächſt ſtehenden Arten, des Orang-Utangs und Schimpanſe's, ſowie des Hundes und Elephanten, als zweier Thiere, deren pſychiſche Organiſation die höchſte in der Thierreihe zu ſeyn ſcheint [1]). Man beginnt die Betrachtung am beſten mit den eigentlich typiſchen Affen (Cercopithecus, Tab. XXIV. fig. XI. Tab. XXV. fig. V u. VII. Tab. XXVI. fig. IV). Das Gehirn iſt menſchenähnlich, die Hemiſphären ſind anſehnlich entwickelt, auch nach hinten, und laſſen das kleine Gehirn nur in der Mitte unbedeckt. Die Windungen ſind aber ſparſam, auffallend ſymmetriſch und ähnlich verlaufend auf beiden Hemiſphären [2]). Das kleine Gehirn iſt immer noch ſehr groß,

namentlich ſind die Läppchen, welche den Flocken beim Menſchen entſprechen (Tab. XXV. fig. V), ſehr entwickelt. Das verlängerte Mark iſt im Verhältniß zum Gehirn ſehr ſtark und groß; es erſcheinen aber hier dieſelben Bündel und Stränge, wie Pyramiden, Oliven (g, h) u. ſ. w., iſolirt. Hinter der anſehnlichen Brücke erſcheint ein dem Menſchen fehlendes, queres Markbündel, das Trapezium (fig. V*). Die Eminentiae candicantes bilden einen einfachen Höcker hinter dem Trichter; die Vierhügel (Tab. XXV. fig. VII), beſonders das vordere Paar, ſind auffallend groß, die Riechnerven dagegen ohne Zitzenfortſätze, mehr menſchenähnlich. Das Hinterhorn der Seitenventrikel und die Vogelklaue fehlen. Mehr menſchenähnlich iſt das Gehirn des Orang-Utang und beſonders des Schimpanſe [3]). Die Hemiſphären ſind hier mehr entwickelt, die Windungen zahlreicher, aſymmetriſcher, aber doch auf beiden Seiten mehr übereinſtimmend; das kleine Gehirn iſt auch hier im Verhältniß viel größer als beim Menſchen, doch fehlt das Trapezium, die Eminentiae candicantes ſind doppelt (Tab. XXVII. fig. XII. g), das Hinterhorn iſt vorhanden und am Ammonshorn kommen jene Eindrücke vor, die ſonſt nur dem Menſchen eigenthümlich ſind. Am Hunde [4]) fällt die Entwickelung der Hemiſphären mit den Windungen auf; auch hier ſind die Eminentiae candicantes (Tab. XXV. fig. IV*) doppelt. Der Elephant ſcheint unter allen Thieren die zahlreichſten und am meiſten iſolirten Windungen nebſt den entwickeltſten Hemiſphären zu haben [5]).

1) Vergl. die Zuſammenſtellung der Hirnabbildungen der Säugethiere, verglichen mit dem Gehirne einer Buſchmannshottentottin in Icones zootomicae Tab. VIII. fig. I—XII. — 2) Noch auffallender erſcheint die Aſymmetrie bei Cercopithecus sabaeus nach Tiedemann, kopirt in den Ic. zootom. Tab. VIII. fig IV. — 3) Vergl. die ſchönen Abbildungen der Gehirne des Orang-Utang und Schimpanſe (Simia satyrus und troglodytes) in Tiedemann's Schrift das Hirn des Negers ꝛc. Tab. VI. — Eine vortreffliche Abbildung des Gehirns vom Orang-Utang gab neuerlich Sandifort in den Verhandelingen over de natuurlijke Geschiedenis der nederlandsche overzeesche Bezittingen etc. Heft I. — 4) Abbildungen des Hundegehirns Ic. zootom. Tab. VIII. fig. V—VIII. — 5) So wenigſtens nach der ſchönen Abbildung bei *Leuret* Anatomie du système nerveux. Tab. XIII. XIV. Auch Gall gab eine Abbildung vom Gehirn des Elephanten im Umriſſe, Pl. XXXV ſeines großen Werks.

§. 392.

Ehe wir zwiſchen dem Gehirn des erwachſenen Menſchen und den eben beſchriebenen Bildungen der Säugethiere eine Parallele ziehen, iſt es nothwendig, die vorübergehenden Zuſtände der Hirnbildung im Fötus einer Vergleichung zu unterwerfen. Die oberflächlichſte Betrachtung der früheſten Wirbelthier-Embryonen zeigt die Entwickelung der Hauptpartien des Gehirns nach einem gleichmäßigen Schema [1]). Bei einem Hühnerembryo von der 36ſten Stunde der Bebrütung (Tab. III. fig. XII) ſind die beiden

hinteren Hirnabtheilungen bereits angelegt. Die Zelle für das verlängerte Mark (d^3) oder das Hinterhirn, für die Vierhügel (d^2) und die Sehhügel und dritte Hirnhöhle (d^1), die zuſammen das Mittelhirn bilden. Hier legen ſich in der 48ſten Stunde der Bebrütung als ein Paar kleine Wölbungen (Tab. XXII. fig. I. d, d) die beiden Zellen für das Vorderhirn an. Aus ihnen entwickeln ſich nach vorne und unten die Riechnerven (Tab. XXII. fig. II. A. b. f. u. fig. XVII. A. b) und die Riechlappen oder Zitzenfortſätze der Säugethiere ſind gleichſam Bildungshemmungen dieſer vorderen Hirnzellen. Indem ſich dieſelben nach hinten und oben entwickeln und allmählig die hinteren Hirnpartien überwölben (Tab. XXII. fig. II, III, IV, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI. b), entſtehen aus ihnen die Hemiſphären; ſo beim Menſchen und allen Wirbelthieren. Aus der zweiten Hirnzelle (Tab. XXII. fig. I. d′) wölben ſich oder ſtülpen ſich gleichſam die Augen, d. h. die Sehhäute, als unmittelbare Hirnproduktionen (gleich den Riechkolben und Zitzenfortſätzen) heraus. Daher ſehen die Hühner- und anderen Embryonen um dieſe Zeit vorne hammerförmig aus[1]). Später ſchnüren ſich die Augäpfel ab (Tab. XXII. fig. II), indem die Sehnerven gleichſam nur Kommunikationsröhren mit der vorderen Abtheilung des Mittelhirns (Sehhügel und dritte Hirnhöhle, c) bilden. Die Vierhügel entwickeln ſich um ſo ſtärker (von fig. I. d^2 zu fig. II. B. a) und bilden eine große einfache Blaſe. Bei den beiden höheren Wirbelthierklaſſen und beim Menſchen iſt dies eine mehr vorübergehende Bildung. Bei den Amphibien und Fiſchen bleiben die nun doppelten Vierhügel ſtets groß. Aus der Zelle für das verlängerte Mark (der vierten Hirnhöhle) ſtülpen ſich die Hörblaſen aus, welche bei frühen Embryonen als ein Paar geſtielte Beutelchen (fig. II. e. fig. XVII. e) am Nachhirn (d) hängen. Um dieſe Zeit iſt von dem kleinen Gehirn noch keine Spur ſichtbar. Als eine Produktion der oberen, ſeitlichen Stränge des verlängerten Marks, welche ſich kommiſſurenartig verbinden, erſcheint daſſelbe, ähnlich wie bei den Fröſchen das ganze Leben hindurch, anfänglich nur als ſchmale Brücke über dem Boden der vierten Hirnhöhle (fig. III, XV, XVI. d. fig. XI, XII, XII. d). Die Zirbel entwickelt ſich als kleines unpaares Läppchen (fig. III, IV. c) und nach unten ſtülpt ſich aus der dritten Hirnhöhle der Trichter (fig. VIII, XVII. c^2) aus[2]). Im ſenkrechten Durchſchnitt ſieht man die geräumige, in alle Hirnblaſen aus dem Rückenmarkskanal eindringende Hirnhöhle (Tab. XXII. fig. XII, XV. B. Tab. XXIII. fig. VI). Aehnliche weite Höhlungen und Kommunikationen haben wir bei den Fiſchen (Tab. XXIII. fig. IV. fig. X. fig. XIII) als bleibende Bildungen geſehen.

1) Zur näheren Veranſchaulichmachung dieſer Verhältniſſe, iſt vorzüglich Tab. XXII und die entſprechende Erklärung zu vergleichen. Vervollſtändigende Figuren ſind auf Tab. XIII. fig. V—VII. Gleichzeitig ſind die früheren Tafeln, Tab. IV—VIII, zur Hand zu nehmen. Eine ruhige Betrachtung und Vergleichung der Tab. XXII u. XXIII,

dann auch der folgenden, wird den übereinſtimmenden Zug zwiſchen den vorübergehenden Entwickelungsſtufen und den beharrlichen Bildungen in der Thierreihe dem ſinnigen Beobachter nicht entgehen laſſen. — 2) Vergl. hier die zur Ergänzung der Entwickelungsſtufen beigefügten Abbildungen des Gehirns von Hühnerembryonen vom 8ten und 12ten Tage (fig. III und IV), wo beſonders die Verhältniſſe der Hemiſphären und des kleinen Gehirns zu den Vierhügeln auffallen. Die fig. XI. XIII und XVI geben eine beſonders gute Anſicht der drei Hauptmaſſen des Gehirns: Nachhirn (e), Mittelhirn (a, ac) und Vorderhirn (b). Man vergl. dieſelben in dieſer Hinſicht, wie in Bezug auf das kleine Gehirn mit fig. III und VIII auf Tab. XXIII und mit fig. V und VII auf derſelben Tafel.

§. 393.

Das menſchliche Gehirn, welches uns hier vorzugsweiſe intereſſirt, durchläuft alle die genannten Bildungsſtufen, erleidet aber bis zu ſeiner vollſtändigen Entwickelung noch zahlreichere Metamorphoſen [1]). Bei Embryonen des Menſchen aus dem zweiten Monat (fig. V—VIII) [2]) ſchimmern die eben beſchriebenen Hauptabtheilungen, als einzelne Zellen oder Blaſen, durch die äußeren Bedeckungen hindurch. Erſt zu Ende des dritten Monats fangen die Hemiſphären an, ſich beträchtlicher zu entwickeln (fig. XIV, XV. Tab. XXII. bb). Nach hinten bleibt aber die noch immer anſehnliche Vierhügelmaſſe (a) völlig unbedeckt. Das kleine Gehirn (e) erſcheint noch ſehr ſchmal, dagegen iſt die gemeinſame Hirnhöhle (fig. XV) ſehr geräumig. Im vierten Monat (Tab. XIV. fig. II—VI) ſind die Hemiſphären ſchon größer, die Höhlen ſondern ſich mehr, das kleine Gehirn iſt etwas größer. Im fünften Monat (fig. VII u. VIII) ſind noch immer die Hinterlappen des großen Gehirns unentwickelt und decken die Vierhügel und das kleine Gehirn, an welchem man jetzt den blätterigen Bau erkennt, nur zum Theil. Um dieſe Zeit gleicht die vorübergehende Bildung beim Menſchen etwa der bleibenden Bildungsſtufe der Vögel (fig. XVI) oder der niedrigſten Säugethiere (z. B. Beutelthiere, fig. XIII). Im ſechsten Monat (fig. IX u. X) entwickeln ſich die Hinterlappen raſch und bedecken bald das kleine Gehirn mehr und mehr; die Hemiſphären ſind aber noch ganz glatt, ohne Spur von Windungen, und die obere Anſicht des ganzen Gehirns gleicht überaus dem Gehirn der kleineren Krallenaffen (fig. XII). In dem ſehr anſehnlichen Seitenventrikel erblickt man Streifenhügel (fig. IX. g), Ammonshorn (m) und die Gebilde des Hinterhorns. Im ſiebenten Monat (Tab. XXVI. fig. III) ſind die Hemiſphären bereits ſehr entwickelt und es fangen die Furchenbildungen für die künftigen Hirnwindungen an; das kleine Gehirn (c) iſt immer noch wenig entwickelt. Nun erfolgt die Bildung der Windungen und Furchen raſch. Im achten Monate, in welchem bereits lebensfähige Kinder geboren werden, iſt ein großer Theil der Windungen angelegt; doch ſind dieſelben immer noch ſparſamer, ſeichter und beſonders auf der oberen Fläche weniger entwickelt, als beim ausgebildeten, reifen Fötus. Das kleine Gehirn iſt in ſeine einzelnen

Theile geſondert. Der Riechnerve erinnert in ſeiner kurzen, lappigen, von der ſpäteren noch ſehr verſchiedenen Form an die Riechkolben der Säugethiere (vergl. Tab. XXV. fig. I, XXV. fig. I, VI. Tab. XXVI. fig. II) [3]). Im ausgetragenen Kinde, zu Ende des zehnten Monats, ſind die Windungen der Hemiſphären ſo zahlreich und aſymmetriſch, als beim Erwachſenen; nur das kleine Gehirn ſteht im Verhältniſſe an Größe noch zurück [4]). Das Gehirn ſcheint mit der zweiten Dentition, im ſiebenten und achten Jahre, ſeine vollkommene äußere Ausbildung, in Bezug auf Form und Gewicht zu erlangen und dieſe Verhältniſſe das ganze Leben hindurch zu erhalten. Ob noch Veränderungen in den feineren Strukturverhältniſſen vor ſich gehen, iſt unbekannt [5]).

1) Ueber die Entwickelungsgeſchichte des Gehirns des Menſchen vergl. vorzüglich die bis jetzt noch unübertroffene Schrift von Tiedemann: Anatomie des Gehirns im Fötus des Menſchen. 1816. 4. Mit 7 Kupfertafeln. 4., aus welcher die Abbildungen in den Icones physiol. entlehnt ſind. — 2) Vergl. hierüber weiter die früheren Abbildungen menſchlicher Embryonen Tab. VII. fig. XI und XII. Andere Originalfiguren von frühen Embryonen ſind fig. V. VI. VIII auf Tab. XXII. Zugleich der Säugethierembryo eines ſpitzmausartigen Thieres (Macroscelides) aus Afrika von ähnlicher Entwickelungsſtufe und um die große Uebereinſtimmung eines ſonſt von der menſchlichen Bildung ſo weit abſtehenden Thieres im früheren Fötuszuſtande zu zeigen. — 3) In den Ic. physiol. ſind dieſe Hirnabbildungen als von einem neugebornen Kinde bezeichnet. Sie betreffen allerdings ein ſolches, das aber nicht ausgetragen war und im 8ten Monat geboren wurde. Eine ſehr ähnliche Abbildung hat Leuret a. a. O. Pl. XVI gegeben. Das Kind war 7 Monate alt und hatte einige Tage gelebt. — 4) Bei den von mir noch neuerdings unterſuchten friſchen Gehirnen ganz ausgetragener Kinder, welche kürzere oder längere Zeit gelebt hatten, fand ich die Windungen ſo zahlreich und aſymmetriſch, daß manche Gehirne erwachſener Individuen hierin zurückſtanden, ſo daß die hier vorkommenden Differenzen der verſchiedenen Individuen ſchon in den letzten Perioden des Fötuslebens abgeſchloſſen zu werden ſcheinen. Vergl. hierüber Tiedemann das Hirn des Negers ꝛc. S. 10. Nach dieſen Unterſuchungen wiegt das Hirn eines neugebornen Kindes männlichen Geſchlechts 13 bis 14 Unzen, eines neugebornen Kindes weiblichen Geſchlechts 9 bis 12 Unzen. Auch Tiedemann giebt an, daß das Gehirn ſeine volle Größe meiſt gegen das 7te bis 8te Lebensjahr erreiche. So betrug das Gewicht des Hirns bei einem Mädchen von 8 Jahren 8 Monaten, 3 Pfund 5 Unzen und 5 Drachmen, war alſo dem mittleren Gewicht des Weibes (vergl. §. 395) gleich. Zweifelhaft bleibt es, ob das Gewicht des Gehirns im Greiſenalter abnimmt. Nach Tiedemann ſcheint es allerdings der Fall zu ſeyn. — 5) Wenn man auf die erſt viel ſpäter ſich abſchließende Entwickelung der höheren geiſtigen Fähigkeiten ſieht, ſo muß eine Fortbildung der feineren Elemente in den Hemiſphären bis zum Mannesalter und eine ſpätere Rückbildung im höheren Greiſenalter als wahrſcheinlich erſcheinen.

§. 394.

Unterſuchen wir Gehirn und Rückenmark mit Rückſicht auf die in dieſelben ein- und austretenden Nerven und deren Primitivfaſern, ſo ergiebt ſich zunächſt als Thatſache, daß die Centraltheile die Summen aller im Leibe verzweigten Primitivfaſern enthalten, welche, nur meiſt beträchtlich

feiner werdend, im Innern des Rückenmarks und Gehirns, theils in Bündeln oder ſogenannten Markſträngen vereinigt, theils von grauer, Ganglienkörper enthaltenden Maſſe durchwirkt, auf eine nur unvollkommen bekannte Weiſe verlaufen. Ihre letzte Endigung in den Centraltheilen iſt vollends unbekannt. Das Weſentlichſte, was ſich hierüber ausmitteln läßt, iſt folgendes. Die motoriſchen Faſern der Rückenmarksnerven treten durch die hinteren Wurzeln dieſer Nerven in das Rückenmark ein und verlaufen in den hinteren Strängen oder Bündeln des Rückenmarks; zum Theil ſcheinen ſie die graue Centralmaſſe, wenigſtens an ihren Rändern, zu durchſetzen. Dann verlaufen ſie durch das verlängerte Mark theils auf dem Boden der vierten Hirnhöhle, theils gehen ſie, als Kleinhirnſchenkel, in den Stamm des Markbaumes des kleinen Gehirns (ſo der Keilſtrang und ein Theil des Seitenſtranges, Tab. XXVII. fig. V, VI, 3 u. 4). Der runde und zarte Strang (ebendaſ. 1 u. 2) gehen auf den Boden der vierten Höhle durch die Vierhügel und die Sylviſche Waſſerleitung und ſind bis in die dritte Hirnhöhle zu verfolgen. Von den vorderen Strängen kreuzen ſich die Pyramidenſtränge (fig IV, VI. r) in der Mittellinie auf die bekannte Weiſe. Faſerbündel der einen Seite (fig. IV*) gehen auf die andere, und umgekehrt, etwa einen Zoll von der Brücke. Dann treten die Pyramidenſtränge durch die Brücke hindurch in die Großhirnſtämme, wo ſie ausſtrahlen (fig. IV) und bis in die Sehhügel zu verfolgen ſind. Einen gleichen Weg ſcheinen zum Theil die Hülſen- und Olivenſtränge zu nehmen, deren Faſerſtrahlen die blaugraue Subſtanz der Großhirnſtämme (zwiſchen Großhirnſchenkel und Haube) zu durchſetzen ſcheinen[1]). Wie ſich dieſe Stränge und die dieſelben bildenden Primitivfaſern im kleinen und großen Gehirne weiter verhalten, wie ſie ſich endigen, iſt ganz unbekannt, und man iſt hier auf rein hypothetiſche Annahmen beſchränkt, welche durch einige, ſich zum Theil widerſprechende phyſiologiſche Verſuche und durch eben ſo unſichere anatomiſche Beobachtungen unterſtützt zu werden ſcheinen. Für die Phyſiologie gewähren dieſe Annahmen gar keine ſicheren Anhaltspunkte. Alles, was ſich hierüber ſagen läßt, beſchränkt ſich etwa auf das Folgende. 1) Scheinen die Faſerungen der Hemiſphären und deren große Kommiſſur den geringſten anatomiſchen Konnex mit den motoriſchen Faſern des Rückenmarks zu haben. 2) Scheinen dieſe letztern im kleinen Gehirn, theils in den Vierhügeln oder in den Sehhügeln zu endigen. Die vorderen Stränge ſind jedoch durch die Markkügelchen (eminentiae candicantes) noch in das Gewölbe zu verfolgen. 3) Scheinen die Primitivfaſern, eben ſo wie in der Peripherie, ſo auch in den Centraltheilen, immer neben einander und iſolirt zu verlaufen, ohne ſich je zu theilen oder zu anaſtomoſiren. 4) Scheinen die Primitivfaſern allerdings an der Peripherie einzelner Hirntheile ähnliche Endſchlingen zu bilden, wie in der Peripherie des Körpers. Jedoch läßt ſich dieſer letztere Satz wegen der ungemeinen Schwierigkeit kaum mit Sicherheit irgend allgemein durchführen[2]).

1) Das Reſultat zahlreicher und anhaltender Unterſuchungen über die Hirnfaſerung iſt für mich ſo unbefriedigend und ſo unvollkommen geweſen, daß die wenigen Worte, welche ich oben über dieſen Gegenſtand geſagt habe, mir das einzige Haltbare zu ſeyn ſcheinen. Unſere anatomiſche Kenntniß des Zuſammenhangs der Hirnfaſerung und deren Verhältniß zu den Nerven iſt noch in völliger Kindheit, und ohne einen weiteren Fortſchritt auf dieſem Felde wird die Funktion eben ſo dunkel bleiben, wie überall, wo ſie die anatomiſche Grundlage verläßt. Es geht hier mit dem Gehirne, wie mit der Schilddrüſe, der Thymus, den Nebennieren. Demungeachtet iſt es für den Anfänger ſehr wichtig, eine möglichſt genaue äußerliche Lokalkenntniß der Hirnpartien zu haben. Um dieſe zu erlangen, um z. B. bei Sektionen genau die Stellen angeben zu können, den Sitz pathiſcher Produkte zu beſchreiben ꝛc. iſt keine Methode des Studiums des Gehirns mehr zu empfehlen, als die von Burdach und früher von Reil gewählte. Freilich iſt man dabei immer genöthigt, die gewöhnliche Hirnanatomie damit zu verbinden, namentlich, was das große Gehirn betrifft. Iſt auch die Eintheilung der Stränge ſchon am verlängerten Mark zum Theil willkürlich, iſt die Annahme grauer Stränge als ſolcher nach der nähern Kenntniß der Ganglienkörper kaum mehr thunlich, und führt überhaupt die Unterſuchung der gehärteten Gehirne gleichſam nur zu künſtlichen Abtheilungen, ſo gewinnt die Lehre vom Bau des Gehirns und der Verfolg vom Rückenmark aus doch in der Darſtellung und für das Studium ungemein an Klarheit. Es iſt hier ein ganz ähnliches Verhältniß wie bei der Entwickelungsgeſchichte. Was in dieſer die drei Blätter ſind, ſind beim Gehirne die Stränge. Beides ſind eigentlich künſtliche Annahmen, die aber doch auf einer wirklichen natürlichen Baſis ruhen. Als kurze und gedrängte Darſtellung iſt vorzüglich die von Heuſinger in einem eigenen Zuſatz zu Magendie's Phyſiologie Bd. I. S. 168 gegebene zu empfehlen. Sie iſt bei weitem die einfachſte, lichtvollſte und eindringlichſte, die mir bekannt iſt. Auch die Auswahl der beigegebenen Figuren und Abbildungen iſt ſehr zweckmäßig. Für eine weitere Darſtellung dieſer Verhältniſſe ſind unter den neueren Schriften vorzüglich zu empfehlen: Valentin in Sömmerring's Hirn- und Nervenlehre S. 259 und Arnold Bemerkungen über den Bau des Hirns und Rückenmarks. Zürich 1838 wo zugleich die Kontroverſen näher berührt ſind. — 2) Valentin und wie es ſcheint auch Carus (Phyſiologie Bd. III. S. 45 u. f.) nehmen an, daß die Primitivfaſern ſich an der Peripherie ſchlingenförmig endigen. Erſterer hat Abbildungen von dieſen Verhältniſſen gegeben. Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven. Tab. VII. fig. 59 aus der Subſtanz des kleinen Gehirns der Taube; kopirt Icon. physiol. Tab. XXI. fig. VI. Burdach d. J., Remak, Henle konnten dieſe Endſchlingen im Gehirn nicht wahrnehmen und mir iſt es ebenfalls nie gelungen, dieſelben überzeugend darzuſtellen. Nur in den Sehhügeln der Taube glaubte ich am erſten noch jene Formen wahrzunehmen, welche a. a. O. von Valentin abgebildet wurden.

§. 395.

Höchſt merkwürdig iſt die große Verſchiedenheit des Maſſenverhältniſſes und der Zahl und Phyſiognomie der Windungen des großen Gehirns bei den einzelnen Individuen [1]). Durchſchnittlich iſt immer das Gehirn bei Männern größer, als bei Frauen; es beträgt im mittleren Lebensalter etwa den vierzigſten Theil des ganzen Körpers dem Gewichte nach, öfters aber viel weniger [3]). Beim angeborenen Blödſinn oder dem Idiotismus iſt eine wahre Hirnarmuth von Geburt her vorhanden; die Hemiſphären ſind viel weniger entwickelt, beſonders die Hinterlappen und Vor-

derlappen verkümmert. Das Gewicht des ganzen Gehirns beträgt oft kaum die Hälfte des ſonſt vorkommenden mittleren Gewichts [4]), während ſolche Menſchen, die ſich durch große Intelligenz auszeichneten, auch ein ungewöhnlich großes Gehirn hatten [5]). Dies ſpricht ſich dann auch in der Größe und Form des Schädels aus; daher bei Idioten die niedergedrückte Stirne, das Zurückweichen des Schädeltheils im Verhältniß zum Geſichtstheil die geringe Hirnmenge verkündet [6]), während bei intelligenten Menſchen die Hirnfülle ſich in dem gleichmäßig entwickelten, rundlichen oder ovalen Schädel und der entſprechenden geräumigen Schädelhöhle ausſpricht [7]). Aus gleichem Grunde unterſcheiden ſich die edler gebildeten und mehr kultivirten Menſchenraſſen vor den weniger entwickelten im Allgemeinen durch günſtigere Entwickelung des Schädeltheils vor dem Geſichtstheil [8]). Man hat ferner beobachtet, daß bei Menſchen mit eminenten Geiſtesgaben die Zahl und Aſymmetrie der Windungen beider Hemiſphären ſehr beträchtlich war [9]). Bei Menſchen mit geringen Geiſtesgaben, bei den ſogenannten niederen Menſchenraſſen, hat man auch eine größere Armuth und Symmetrie der Hemiſphären, vorzüglich in der vorderen Hälfte, wahrgenommen [10]). Auch bei der angeborenen Ungleichheit beider Hirnhälften will man eine mangelhafte Entwickelung der höheren Seelenkräfte wahrgenommen haben.

1) Die in dieſem Paragraphen nur angedeuteten, höchſt intereſſanten Verhältniſſe konnten hier nicht weiter entwickelt werden. Um das Maſſenverhältniß des Gehirns des Erwachſenen zu den früheren Stadien und den Thiergehirnen herauszuheben, ſind beſonders Profilanſichten geeignet. Ich habe deshalb die Zuſammenſtellung auf Tab. XXVI der Ic. physiol. gegeben. Fig. I iſt ein, obwohl nur weibliches, doch ausgezeichnet ſchönes und günſtig entwickeltes Gehirn aus einem 20jährigen Mädchen von großer Schönheit dargeſtellt. Die Windungszüge an den Gehirnen zeigen intereſſante, noch wenig gekannte Konformationsverhältniſſe. Vergl. hierüber Valentin bei Sömmerring S. 170. — 2) Nach Krauſe Handb. der Anat. Bd. I. S. 833 beträgt das Gewicht des Gehirns im Mittel 48 Unzen bei Männern, 44 Unzen bei Frauen. Zahlreiche Angaben über die Gewichtsvariationen des Gehirns nach Alter, Geſchlecht und Individuum finden ſich in der mehrfach citirten reichhaltigen Schrift von Tiedemann das Hirn des Negers ꝛc. Das Gewicht ſchwankte in 39 Fällen bei Männern vom 22ſten bis 80ſten Lebensjahre, zwiſchen 2 Pfund 8 Unzen 5 Drachmen 50 Gran und 3 Pfund 10 Unzen 2 Drachmen. In den meiſten Fällen betrug das Gewicht 3 Pfund 5 bis 8 Unzen. — 4) Tiedemann fand bei einem 50jährigen Idioten das Gewicht des Gehirns nur 1 Pfund 8 Unzen 4 Drachmen, in einem andern 40jährigen Idioten wog es 1 Pfund 11 Unzen 4 Drachmen. Deſſen Gewicht bei einer 16 Jahre alten Idiotin betrug nur 1 Pfund 6 Unzen 1 Drachme. — 5) So wog das Gehirn von Cuvier 4 Pfund 11 Unzen 4 Drachmen 36 Gran, das Gehirn Dupuytren's 4 Pfund 10 Unzen. Vergl. Tiedemann a. a. O. S. 9. In allen dieſen Fällen fehlt das relative Gewicht zur Körpergröße, das von Wichtigkeit iſt. Dieſes Verhältniß ſchwankt nach Tiedemann einigermaßen, indem es ſich zwar durchſchnittlich wie 1 zu 41 bis 42 verhält, öfters aber wie 1 zu 37 und 1 zu 46. Das Gehirn des Weibes, obgleich abſolut kleiner als das des Mannes, iſt doch relativ zum Körper eben ſo groß. Das Gehirn des Negers und anderer Raſſen ſcheint nicht kleiner. Das Gehirn von Idioten,

zeigt ſich auch in den übrigen Verhältniſſen verändert. Leider haben wir hierüber nur ſparſame Unterſuchungen, die vom höchſten Intereſſe ſind. Jäger in Stuttgart gab neuerlich einen ſehr wichtigen Beitrag zu der Geſchichte hirnarmer Menſchen im mediziniſchen Korreſpondenzblatt des würtembergiſchen ärztlichen Vereins. Bd. IX. Nr. 28. Bei einem 10jährigen Knaben, wo der Kopf nicht größer war als von einem neugebornen Kinde, zeigte das Gehirn eine auffallende Feſtigkeit; an den Windungen war jedoch, ohne daß ein anderes Gehirn damit verglichen wurde, keine Abänderung zu bemerken. Die Seitenhöhlen des Gehirns waren klein, der linke Streifenhügel war zwei Drittheile kleiner als der rechte und platter. Die länglich geformten Sehhügel waren ihrer ganzen Länge nach innig mit einander verwachſen, ſo daß die dritte Hirnhöhle völlig verſchwand und die hintere Kommiſſur ganz fehlte. Die Zirbeldrüſe wurde dadurch ganz nach hinten gedrängt und der Sand fehlte. Die Vierhügel waren viel kleiner und ganz verſchmolzen. Die vierte Hirnhöhle war verſchwunden. Auch am kleinen Gehirn zeigten ſich auffallende Abnormitäten. — 6) Vergl. Abbildungen ſolcher Schädel von Idioten, die ſehr merkwürdig ſind und für die Kranioſkopie die wichtigſten Anhaltspunkte geben, bei *Blumenbach* de anomalis et vitiosis quibusdam nisus formativi aberrationibus. Gott. 1813. 4. Dann in *Sandifort* Museum anatomicum. Vol. IV. Tab. 63 u. 64, wo auch das Gehirn abgebildet iſt. — Von Owen in den Transact. of the zool. Soc. Vol. I. Tab. 57. Kopirt in Icon. zoot. Tab. II. fig. V. — 7) *Gall* Physiologie du Cerveau Tom. II. p. 20 führt mehrere Beiſpiele der Schädelgröße bei intelligenten Menſchen an. — Vergl. auch eine Abbildung des Schädels von Friedr. v. Schiller in Carus Grundzüge einer neuen und wiſſenſchaftlich begründeten Kranioſkopie. Stuttg. 1841. Noel, Grundzüge der Phrenologie. Dresd. 1841, ſtellt zweckmäßig auf Tab. I den Kopf von Michel Angelo und einem Idioten zuſammen. — 8) Vergl. hierüber die bekannten Decades Craniorum von Blumenbach und die überſichtliche Zuſammenſtellung der Schädelbildungen auf Tab. II und III der Icones zootomicae. Manche der bekannten Idiotenſchädel gehen in der Entwickelung des Hirntheils nicht über die Bildung der höheren Affen z. B. des Schimpanſe hinaus. — 9) So z. B. am Gehirn von Cuvier, Dupuytren, Döllinger. — 10) So bei Negern, bei der Buſchmannsraſſe; vergl. die Abbildungen in der angeführten Schrift von Tiedemann und die Zuſammenſtellung auf den Icon. zootomicae Tab. VIII. — 11) Vergl. Demme's Inauguralabhandlung über die ungleiche Größe beider Hirnhälften. Würzburg 1831. Dieſe Mißbildung ſoll bei männlichen Perſonen häufiger ſeyn, als bei weiblichen.

Funktionen des Gehirns und Rückenmarks.

§. 396.

Wir nennen Gehirn und Rückenmark, und vorzüglich das erſtere, Centraltheile des Nervenſyſtems, weil hier alle Nervenfunktionen ihren gemeinſamen Mittelpunkt haben [1]). Alle centripetalen Nervenſtrömungen (vergl. §. 237) vereinigen ſich hier, und die Empfindungen aller peripheriſchen Theile werden im Gehirn als ſolche wahrgenommen, ſowie umgekehrt alle Muskelbewegungen vom Gehirn und Rückenmark aus durch eine innere Erregung zu Stande kommen. Dies ſehen wir am deutlichſten bei den willkürlichen Bewegungen, minder deutlich bei den automatiſchen. Die Nerven verhalten ſich höchſt wahrſcheinlich als bloße Konduktoren des Ner-

venagens, welches im Gehirn beſtändig erzeugt zu werden ſcheint; daher auch die Thätigkeit der Nerven, ihre Fähigkeit, auf Reize zu reagiren, bald erliſcht, wenn man ihre Verbindung mit den Centraltheilen löſt (§. 241. Anm. 2). Die motoriſche Kraft des Nervenagens ſtrömt entweder beſtändig von den Centraltheilen zu manchen Muskeln und Muskelgruppen, wie z. B. den Sphinkteren, welche in ihrer Spannung nachlaſſen, ſobald man den Nervenzuſammenhang mit den Centraltheilen ſtört. Oder, wie bei den Athembewegungen, es findet eine abwechſelnde, rhythmiſche Strömung ſtatt. Oder, wie bei allen willkürlichen Bewegungen, die Ausſtrömungen des Nervenprinzips erfolgen durch eine innere Erregung der Seele [2]). Oder in noch anderen Fällen erfolgen beſtimmte Bewegungen ohne Willenseinfluß durch einen inneren Anſtoß im Gehirn, der durch Fortpflanzung peripheriſcher Reize mittelſt der Empfindungsfaſern auf Gehirn und Rückenmark entſteht und wieder eine centrifugale Strömung zur Folge hat, die eine beſtimmte Bewegung hervorruft; dies ſind die höchſt manchfaltigen reflektirten Bewegungen, welche eine große Klaſſe eigenthümlicher Nervenerſcheinungen ausmachen [3]). Es iſt wahrſcheinlich, jedoch zur Zeit kaum beweisbar, daß alle Wirkungen des Gehirns auf die Nerven von einem Einfluß der grauen Subſtanz auf die Primitivfaſern herrühren, wornach alſo die Ganglienkörper die eigentlichen Produktionsorgane des Nervenagens wären.

1) Ich habe mich in dieſem und in den folgenden Paragraphen auf die äußerſten Umriſſe der Funktionenlehre beſchränkt; ſie iſt zur Zeit der am wenigſten aufgeklärte, durch und durch mit Hypotheſen erfüllte Theil der Phyſiologie. Ohne eine kritiſche Prüfung aller neueren Anſichten und Behauptungen der ſich vielfach widerſprechenden Schriftſteller, läßt ſich zur Zeit eine allgemeine Darſtellung der Nervenphyſik in dogmatiſcher Form nicht geben. — 2) Aus dem eben erwähnten Grunde habe ich im Folgenden, wie ſchon im Proſpektus ausgeſprochen wurde, alles und jedes Eingehen auf die höheren pſychiſchen Funktionen vermieden. Was ſich hierüber ſagen läßt, exiſtirt in der Form von Raiſonnement, als Beiſpielſammlung ohne klares allgemeines Prinzip, in den Lehrbüchern. Das Beſte und Geiſtreichſte, was ſich vom Standpunkt des phyſiologiſchen Beobachters hierüber, ſowie über die geſammte Funktionenlehre des Nervenſyſtems ſagen läßt, findet ſich in Henle's allgemeiner Anatomie S. 680 u. ff. Ich werde in der allgemeinen Phyſiologie hierauf zurückkommen. — 3) Die unter dem Namen der Reflexfunktionen neuerdings ſo wichtig gewordenen Phänomene ſind den älteren Phyſiologen und Aerzten ſchon bekannt geweſen. Die ganze ſyſtematiſche Entwickelung dieſer Erſcheinungen und die Erkenntniß ihrer Geſetze gehört aber der neueren Zeit an. Marſhall Hall in England und Joh. Müller in Deutſchland, haben unabhängig von einander die Theorie der Reflexe aufgeſtellt. Vgl. die im §. 242 näher bezeichneten Schriften der genannten Phyſiologen. Viele phyſiologiſche und pathologiſche motoriſche Akte gehören zu den reflektirten Bewegungen und es laſſen ſich dieſelben an einer Menge von Beiſpielen zeigen, welche man leicht durch Analyſe vorkommender Phänomene vervielfältigen kann. Hierher gehören die ſchon zum Theil beſchriebenen Bewegungen der Iris auf Reize der Retina, das Nieſen, Schlingen, Huſten, Erbrechen, ſehr viele kloniſche Krämpfe, wo das Hirn und Rückenmark nicht primär leiden, wie z. B. auf Zahn- und Wurmreiz, auch der Wundſtarrkrampf, das Zuſammenfahren bei heftigem Schall ꝛc. ꝛc.

§. 397.

Fragen wir zuerſt nach den einfachſten Bedingungen in der Organiſation der Centraltheile, mit welchen der Lebensprozeß ausreichen kann, ſo ergiebt ſich, daß das Rückenmark allein im Stande iſt, ſelbſt bei höheren Thieren und beim Menſchen, den Organismus wenigſtens während der Fötusperiode zu erhalten. Bei der unvollkommenen Entwickelung der vorderen Körperhälfte und dem Schädelmangel (Acrania) fehlt das Gehirn vollſtändig und nur das Rückenmark allein (und das verlängerte Mark?) mit den von ihm ausgehenden Nerven iſt mehr oder weniger vollkommen gebildet. Dabei ſind die übrigen Theile des Rumpfes und der Extremitäten mit den entſprechenden Eingeweiden vorhanden, obwohl ſie auch theilweiſe fehlen und unvollkommen entwickelt ſind. Es laſſen ſich von dieſen Bildungen aufwärts bis zur Hirnarmuth oder Mikrocephalie alle Stufen an Embryonen bis zur vollkommenen Reife beobachten. So viel iſt gewiß, daß auch ohne Anweſenheit des Gehirns der Embryo vollſtändig ausgebildet werden und einige Zeit nach der Geburt leben kann. In allen ſolchen Fällen ſcheint jedoch das verlängerte Mark als erſte Hirnabtheilung mit den von ihm ausgehenden Nerven vorhanden geweſen zu ſeyn [1]). Ausgetragene Kinder, bei welchen die Perforation wegen Enge des Beckens gemacht und das Gehirn entfernt werden mußte, haben in einzelnen Fällen noch geathmet, geſchrien und Hände und Füße bewegt, nachdem ſie geboren waren [2]). Dieſen pathologiſchen Thatſachen geht eine andere vergleichend-anatomiſche parallel. Es iſt nämlich neuerlich ein ächtes Wirbelthier, ein Fiſch (Amphioxus lanceolatus Yarrell), beobachtet worden, welcher nebſt dem vollſtändigen Schädelmangel nur ein Rückenmark, aber kein von demſelben abgeſondertes Gehirn hat. Die Nerven ſind alle einförmig nach dem Typus der Spinalnerven angelegt und nur der vorderſte Nerve, der etwas ſtärker iſt, dürfte nach der Vertheilung dem N. trigeminus entſprechen. Das Rückenmark endigt ſich bei dieſem merkwürdigſten und niedrigſten aller Wirbelthiere nach vorne und hinten ſpitz, beſteht aber im Centrum aus grauer, in der Peripherie aus Markſubſtanz. Dabei findet ſich als Grundlage des Skelets blos die bei den Embryonen aller Wirbelthiere zuerſt entſtehende Rückenſaite (Chorda dorsalis), welche hier (wie bei anderen niederen Fiſchen) perſiſtirt, während ſie bei den höheren Wirbelthieren nach der Bildung der Wirbelſäule verſchwindet. Außerdem ſind aber ein Muskelſyſtem, ein Darmkanal (ohne begleitende Drüſen), Athmungsorgane (Kiemen), Harnwerkzeuge, mehrere getrennte Herzen (ein Aortaherz, ein Pfortaderherz, ein Hohlvenenherz) und männliche und weibliche Geſchlechtsorgane (auf verſchiedene Individuen vertheilt) vorhanden [3]). Hiemit iſt es thatſächlich erwieſen, daß eine gewiſſe Summe von Organiſation, wie ſie den Wirbelthieren eigenthümlich iſt, ohne Gehirn oder doch nur mit dem verlängerten Mark beſtehen und daß ein ſolches Thier ein

ſelbſtſtändiges Leben führen kann, das freilich nur in den einfachſten Verhältniſſen ſich bewegen kann [4]). Es iſt dies eine für die geſammte Phyſiologie höchſt merkwürdige Thatſache.

1) Ueber die näheren Thatſachen dieſer Mißbildungen beim Menſchen und den Säugethieren muß ich auf die Lehrbücher der pathologiſchen Anatomie verweiſen. Am ausführlichſten handelt Meckel dieſen Gegenſtand ab in ſeinem Handb. der pathologiſchen Anatomie. Bd. I. 1812. S. 140 u. ff. Freilich fehlt bei den meiſten beſchriebenen Mißbildungen mit vollkommener Acephalie eine den jetzigen Anforderungen der Phyſiologie entſprechende Anatomie. Neuerlich berichtete Speſſa (Gazette médicale Janvier 1833 und daraus in Müller's Archiv 1834. S. 168) von einem Anencephalus, der 11 Stunden nach der Geburt lebte. Mit dem großen und kleinen Gehirn ſoll auch das verlängerte Mark gefehlt haben und das Rückenmark begann oben in der Haut des Nackens an einem, dem Ende des kleinen Fingers gleichenden Wärzchen, welches Joh. Müller mit Recht als Medulla oblongata betrachtet, da bei deſſen Berührung während des Lebens eine Beſchleunigung der Athembewegungen und ein Kreiſchen und Schluchzen ſtattfand. Ohne verlängertes Mark können wirkliche Athem- und Stimmbewegungen nicht ſtattfinden. — 3) Vergl. Müller's Archiv. 1834. S. 168 und Berliner mediziniſche Vereinszeitung Nr. 22. — 4) Ueber dieſes ſo merkwürdige, erſt vor wenigen Jahren entdeckte oder doch erſt genau beſchriebene Thier, welches Pallas ſchon kannte, haben wir in jüngſter Zeit zwei monographiſche Arbeiten erhalten. Rathke Bemerkungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Königsberg 1841. M. K. — Joh. Müller hat ſeine Unterſuchungen an lebenden Thieren vorläufig im Auszuge bekannt gemacht. Monatsberichte der Berliner Akademie. Dezember 1841. Eine weitere Merkwürdigkeit dieſes Thieres iſt, daß es ein farbloſes Blut hat. Der Amphioxus lanceolatus gehört zur Ordnung der Cykloſtomen und ſcheint ſich in allen europäiſchen Meeren zu finden. Nach der oben näher geſchilderten Organiſation muß man wohl annehmen, daß das vorderſte Ende des Rückenmarks als eine wahre, wenn auch unvollkommen entwickelte Medulla oblongata zu betrachten iſt.

§. 398.

Bei allen übrigen Wirbelthieren, wie beim Menſchen, bildet ſich am vorderen Ende des Rückenmarks auch ein Gehirn an. Das Rückenmark ſteht mit allen Rumpfnerven im Zuſammenhang, beſteht aus Ganglienſubſtanz und Primitivfaſern, wie das Gehirn. Seine Funktion im Allgemeinen (nicht ſo im Beſonderen) iſt unter den Centraltheilen noch am beſten bekannt, und wir erhalten faſt täglich Schriften und Aufſätze, welche ſich mit der Funktion des Rückenmarks beſchäftigen. Das Rückenmark erweiſt ſich ſowohl als Centralorgan, als als Leitungsorgan. In letzterer Hinſicht kommt es mit den Nerven überein, denn es leitet die an der Peripherie empfangenen Eindrücke zum Gehirn und die vom Gehirn ausgehenden zur Peripherie. Erſtere werden durch die ſogenannten Empfindungsfaſern lediglich durch die hinteren Spinalnervenwurzeln, letztere durch die ſogenannten Bewegungsfaſern und ausſchließlich durch die vordere Wurzelreihe geleitet (vergl. §. 237, §. 262). Das Rückenmark hat aber auch, und zwar wie es ſcheint, ausſchließlich durch ſeine graue Subſtanz oder die in ſeinem

Centrum eingelagerten Ganglienkörper, Eigenſchaften, welche daſſelbe als Centralorgan, wie das Gehirn, charakteriſiren. Es hat eine eigenthümliche motoriſche Kraft, die es ſeinen Nerven mittheilt, unabhängig vom Gehirn, und die ſich an den vom Rückenmarke abhängigen Muskeln, in ihrer allgemeinen Tonicität oder beharrlichen Kontraktion derſelben, z. B. bei den Sphinkteren, zeigt[2]). Das Rückenmark hat auch ſpezifiſche Einflüſſe auf gewiſſe organiſche Funktionen[3]). Alle von ihm ausgehenden Akte ſind jedoch nie mit Bewußtſeyn verbunden. Trennt man das Gehirn vom Rückenmark, z. B. beim Froſche, indem man denſelben dekapitirt, ſo übt dieſes Thier noch Stunden lang auf angebrachte Hautreize zweckmäßige Bewegungen aus, aber ohne alles Bewußtſeyn und ohne alle pſychiſche Anregung (Willenskraft). Die Bewegungen ſind unbewußte, direkt vom Rückenmarke auf Reizung deſſelben erfolgende oder bloße Reflexbewegungen, d. h. Bewegungen, welche auf Reize entſtehen, die von centripetal leitenden, peripheriſchen Nerven (Empfindungsfaſern) auf das Rückenmark wirkend, von dieſem auf centrifugal leitende Nerven (Bewegungsfaſern) übergetragen werden.

1) Außer den ſchon §. 242 angeführten Schriften ſind während des Drucks erſchienen und als wichtig zu nennen: *Longet* Recherches expérimentales et pathologiques sur les proprietés et les fonctions de la moelle épinière et des racines des nerfs rachidiens. Paris 1841. 8. — Stilling Fragmente zur Lehre von der Verrichtung des Nervenſyſtems in Roſer's und Wunderlich's mediziniſcher Vierteljahrsſchrift. 1842. S. 91. — 2) Die Kontraktion gewiſſer Muskeln während des Lebens, z. B. des Sphincter ani, vesicae urinariae, hängt von Rückenmark ab. Die Ermüdung, die Lähmung der unteren Extremitäten nach geſchlechtlichen Ausſchweifungen giebt einen weitern Beleg zur nothwendigen Annahme einer eigenthümlichen motoriſchen Kraft ab. — 3) Namentlich ſteht das Rückenmark in einem ſpezifiſchen Verhältniß zum Geſchlechtsſyſtem. So leidet nach heftigen Ausſchweifungen Ernährung und Wärmebildung, die Haut befindet ſich in einem verminderten Turgor vitalis, es treten Verdauungsſtörungen ein ꝛc.

§. 399.

Um die Einflüſſe des Rückenmarks auf die Bewegungen zu ſtudiren, bedient man ſich am beſten dekapitirter Thiere, namentlich der Fröſche[1]), welche vorzüglich zum Studium der Reflexbewegungen geeignet ſind. Bringt man einen dekapitirten Froſch in eine paſſende, möglichſt normale Lage, ſo bemerkt man, daß derſelbe nur auf äußere Reize noch Bewegungen macht, die Fähigkeit, durch pſychiſche, innere Anregung aus in den von Rückenmarksnerven verſorgten Theilen vorzunehmen, hat mit der Entfernung des Gehirns aufgehört[2]). Unmittelbar nach der Dekapitation folgen bei allen Thieren ſehr heftige Bewegungen im ganzen Rumpfe und den Extremitäten wegen des beim Durchſchnitt ausgeübten Drucks. Zuweilen, aber ſelten, macht der Froſch noch einen vollen Sprung[3]). Auch am abgetrenn-

ten Kopfe treten öfters Kau- und Schlingbewegungen, in Folge des auf die **Medulla oblongata** ſtattgehabten Druckes, ein. Nach eingetretener Ruhe bleibt der Rumpf in der ihm gegebenen Lage, wenn jede Reizung vermieden wird [4]). Es rührt ſich kein Glied und zuckt kein Muskel. Fröſche und andere Amphibien bleiben Stunden lang in derſelben Lage und verändern dieſelbe lange nachher noch auf äußere Reize. Bringt man jedoch den Froſch unmittelbar nach der Dekapitation, ſobald die erſten Bewegungen in Folge derſelben vorüber ſind, in eine ungewöhnliche Lage, indem man z. B. die Hinterbeine der Länge nach ausſtreckt, ſo zieht derſelbe nach einiger Zeit (5—10 Minuten) die Hinterſchenkel von ſelbſt ſo an den Leib, wie er ſie im Leben in ſitzender Stellung zu haben pflegt; eine Folge der durch Zug und Dehnung bei der Streckung gereizten ſenſiblen Nerven, ſo daß dieſe Bewegungen nicht als ſpontane, ſondern ebenfalls als reflektirte Bewegungen zu betrachten ſind [5]). Stets erfolgen dagegen Bewegungen auf Reize, welche der Froſch eben ſo unwillkürlich vornehmen muß, und die verſchieden ausfallen, je nach der berührten Stelle und der Intenſität und Ausdehnung des Reizes. Die Haut der Fröſche iſt mit zahlreichen ſenſiblen Nerven verſehen und Reflexionserſcheinungen erfolgen am ſicherſten auf Hautreize [6]). Bringt man einen Tropfen Eſſigſäure (vergl. §. 244) auf eine Hautſtelle oder kneipt man dieſelbe mit der Pincette, ſo werden immer zweckmäßige komplicirte Bewegungen eintreten, die verſchieden lange anhalten und mehr oder weniger verbreitet ſind, auch außerdem das Merkwürdige haben, daß die folgende Bewegung einen genauen Zuſammenhang mit der gereizten Hautſtelle hat [7]). Nie treten jedoch Inſpirationsbewegungen ein, ſobald das verlängerte Mark völlig entfernt worden iſt [8]). Auch kombinirtere Ortsbewegungen werden nicht mehr ausgeführt, inſofern hiebei eine zweckmäßige ausgedehnte Kombination der Muskeln des Rumpfes und vorderer, wie hinterer Extremitäten nothwendig iſt, daher iſt auch die Haltung der dekapitirten Fröſche, ſelbſt bei allgemeiner normaler Lage, nie ſo regelmäßig und kräftig, als bei lebenden Thieren, wie man durch einfache Vergleichung ſehen kann; vorzüglich iſt der Rumpf nach dem Bauche gebeugt und die vorderen Extremitäten ſind mehr angezogen, dienen nicht mehr als Stützen. Ueberhaupt hat das Gleichgewicht zwiſchen Extenſions- und Flexionsthätigkeit weſentlich gelitten und die Wechſelwirkung der antagoniſtiſchen Muskeln iſt ſehr vermindert oder faſt aufgehoben [9]). Auch die Ausdehnung und Kraft der Bewegungen leidet immer beträchtlich durch Hinwegnahme des Gehirns [10]). Ob auch organiſche Funktionen, wie z. B. Abſonderungen, auf Reizungen bei dekapitirten Thieren eintreten, bleibt zur Zeit zweifelhaft [11]). Die auf Reize eintretenden Bewegungen dauern übrigens, je nach der Natur der Reize, kürzere oder längere Zeit an und ſind in der Regel kloniſch, nur bei ſtarken, intenſiven Reizen toniſch. So kann Starrkrampf auf intenſiv galvaniſche Reize, auf Vergiftung mit Strychnin eintreten, bis Lähmung erfolgt [12]). Die manch-

faltigſten Bewegungen kann man auch auf direkte Reizungen hervorrufen, wenn man an der Durchſchnittsſtelle des Rückenmarks eine feine Nadel einführt. Hier zeigt ſich das merkwürdige Faktum, daß bei Reizung der hinteren Stränge niemals Bewegung eintritt, welche jedesmal erfolgt, ſobald man die Vorderſtränge mit der Nadelſpitze reizt. Bei der Reizung der grauen Subſtanz ſind die Erfolge ungleich. Man kann dieſen Verſuch mit demſelben Erfolge an verſchiedenen Durchſchnittsſtellen des Rückenmarks, höher oder tiefer, mit gleichem Erfolge wiederholen [13]).

1) Ueberhaupt Amphibien ſind hierzu geeignet; zu manchen Verſuchen ſind ſelbſt Schildkröten und Schlangen zweckmäßiger. Bei warmblütigen Thieren erliſcht die Reizbarkeit zu ſchnell, aber es laſſen ſich alle bei Fröſchen vorkommenden Erſcheinungen hier ebenfalls nachweiſen. Im Frühling und Herbſt, auch im Winter ſind die Fröſche beſonders reizbar, ſelbſt wenn ſie ſehr lange gehungert haben; weniger im Sommer bei großer Hitze. — 2) Vgl. §. 243. Mit der daſelbſt beſchriebenen Zange kann man auch ſehr leicht die ganze Schädelhöhle öffnen und das Gehirn ganz oder partienweiſe wegnehmen. Unmittelbar nach dieſer Operation, wie nach der Dekapitation tritt eine gewiſſe Erſchöpfung ein, weshalb der Froſch erſt nach einiger Zeit wieder reagirt, indem ſich die Reizbarkeit des Nervenagens wieder herſtellt. — 3) Vgl. §. 401. Anm. 3. — 4) Kürſchner in der Ueberſetzung zu Marſhall Hall S. 130 räth ſehr zweckmäßig, das dekapitirte Thier durch Bedeckung mit einer Glasglocke vor der Einwirkung eines jeden Reizes zu ſchützen, wobei man zu gleicher Zeit jede Erſchütterung der Unterlage, des Bodens vermeiden muß, da eine ſolche Veranlaſſung werden kann zu reflektirten Bewegungen. — 5) Kürſchner und Volkmann haben dieſe leicht zu beſtätigenden Beobachtungen gemacht und die Natur und Urſache dieſer Bewegungen erläutert. Der Froſch zieht die Schenkel plötzlich, nicht allmälig, aus der ungewöhnlichen Lage in die gewöhnliche, normale, ſobald die oben beſchriebene, auf die Verletzung eingetretene Erſchöpfung vorüber iſt; es iſt gewöhnlich das erſte Zeichen der wieder hergeſtellten Reizbarkeit. Vervielfältigungen dieſer Verſuche ſ. bei Kürſchner a. a. O. S. 132. — 6) Vorzüglich reizbar ſind die Hautſtellen an den Extremitäten, namentlich an den Gelenken, auch an der Seite und auf dem Bauche, weniger am Rücken. Viel ſchwerer treten Reflexionsbewegungen auf Muskelreize ein, weil ſich hier ſehr wenige ſenſible Nerven befinden, die den Reiz fortpflanzen können. Auch die Organe der Athmung und Verdauung, die Eingeweide überhaupt pflanzen bei Fröſchen und Amphibien und überhaupt bei dekapitirten Thieren die Reize ſehr ſchwer auf das Rückenmark fort, während doch bei lebenden Thieren, namentlich beim Menſchen, ſo viele Reize auf der Darm- und Athemſchleimhaut Reflexionsbewegungen veranlaſſen; hier ſcheint die Integrität der Centraltheile mehr oder weniger nothwendig zu ſeyn. — 7) Es iſt ſehr intereſſant, wenn man ſieht, wie auf beſtimmte Hautreize immer beſtimmte Bewegungen eintreten. Reizt man die Haut auf der rechten Seite, ſo greift der Froſch mit der gleichnamigen hinteren Extremität vor und ſucht gleichſam die Stelle abzuputzen; ebenſo auf der linken Seite. Reize in der Mittellinie, z. B. am After, rufen ähnliche Bewegungen beider hinterer Extremitäten hervor. — 8) Vergl. Kürſchner a. a. O. S. 140. Erweiterung der Bruſthöhle erfolgt weder auf Hautreize noch auf Reizung der Bronchialſchleimhaut, auch nicht auf direkte Reizung des Rückenmarks, obwohl der Rumpf nach allen Seiten gebogen werden kann. — 9) Vergl. Kürſchner a. a. O. S. 144, wo richtig angegeben iſt, daß Extenſoren, Flexoren, Abduktoren und Adduktoren und verſchiedene Muskelgruppen an einer Extremität thätig ſeyn können, daß aber ſehr zuſammengeſetzte Bewegungsakte nach der Dekapitation nicht mehr vorkommen. Schon Flourens hat hierauf aufmerk-

ſam gemacht. Obwohl nämlich gleichzeitig Bewegungen am ganzen Rumpfe vorkommen und an allen Extremitäten, ſo ſind es im Ganzen mehr krampfartige Zuckungen, in welche die von einem Orte, z. B. von einer hinteren Extremität zweckmäßig ausgeführten Bewegungen (Anm. 7) übergehen, indem letztere gleichſam eine größere Anzahl von Muskeln in ihr Spiel fortreißen. Der Rumpf rückt dadurch öfter vom Platz, halb im Kreiſe herum, aber es iſt keine eigentliche Sprungbewegung, wie ſie das Thier im Leben hat und wie ſie vorkommt, wenn man das verlängerte Mark erhalten hat. — 10) Wie ich übereinſtimmend mit Flourens und Kürſchner finde. — 11) Kürſchner giebt am angeführten Orte S. 153 an, was ich nicht entſchieden ſo deuten möchte, auch nicht deutlich geſehen habe, daß bei dekapitirten Fröſchen auf Reize die Haut feucht werde, und daß in Fällen, wo er Schwefelſäure auf die Haut brachte, nach Aufhören der Bewegungen der Rumpf in einer ſchaumigen Flüſſigkeit gleichſam gebadet war, die ſich während der Bewegungen ſelbſt immer mehr auf der Haut angehäuft hatte. — 12) Leichte Reize aufs Rückenmark mit der Nadel, mit einem einfachen Plattenpaar bewirken blos kloniſche Krämpfe; ſtärkere galvaniſche Apparate, z. B. der S. 318 §. 244 beſchriebene Induktor erregt Tetanus; dieſen kann man auch bei dekapitirten Fröſchen durch Strychninvergiftung, wo das Herz noch erhalten iſt, hervorrufen (vgl. §. 215). — 13) Vgl. Kürſchner a. a. O. S. 197 u. f. Ich bemerke hier, daß ich die von Kürſchner in dieſem Paragraphen angeführten Unterſuchungen, welche eine ſehr klare Ueberſicht über die Funktionen des Rückenmarks gewähren, durchaus beſtätigen kann und auch den daraus gezogenen Schlüſſen beitrete. Die weiteren, im folgenden Paragraphen zu erwähnenden funktionellen Verhältniſſe der einzelnen Stränge und Subſtanzen des Rückenmarks, wie ſie von neueren Beobachtern aufgeſtellt worden ſind, ſcheinen mir noch zum Theil problematiſch, da ſich die Angaben ſehr widerſprechen. Meine eignen Verſuche erlauben mir kein entſcheidendes Urtheil. Einzelne hierher gehörige Verſuche ausgezeichneter Experimentatoren müſſen nur unter beſtimmten, mir nicht bekannten Cautelen gelingen. So giebt Stilling in ſeinem Aufſatze in Röſer's und Wunderlich's Zeitſchrift S. 125 an: „Oeffnet man einem Froſche den Rückenmarkskanal von hinten her, indem man den dritten und vierten Wirbelbogen wegnimmt, ſchneidet alsdann das Rückenmark eine Linie unter (hinter) dem Abgange der Wurzeln für die Vorderpfoten, durch einen Querſchnitt durch und bringt auf eine Vorderpfote einen Tropfen Eſſigſäure, ſo bewegt ſich die entſprechende Hinterpfote derſelben Seite an die gereizte Stelle der Vorderpfote und wiſcht den reizenden Körper eben ſo ab, als wäre der Froſch unverletzt.“ An 20 lebenskräftigen Fröſchen habe ich im Winter und Frühling dieſe, wenn ſie ſich beſtätigte, ſehr merkwürdige Thatſache wahrzunehmen geſucht, ohne daß es mir geglückt wäre.

§. 400.

Aus den am Schluſſe des vorigen Paragraphen angeführten Verſuchen darf man ſchließen, daß ſich die hinteren Stränge des Rückenmarks wie die entſprechenden Nervenwurzeln, die vorderen Stränge ebenfalls wie die vorderen Wurzeln verhalten, ſo daß alſo die hinteren Kolumnen rein ſenſibel, die vorderen motoriſch wären. Eine ſchwierige Frage iſt jedoch diejenige über die Funktion der einzelnen Partien der grauen Subſtanz und deren Wechſelwirkung auf die der vorderen und hinteren, aus weißer Subſtanz gebildeten Stränge des Rückenmarks. Leider widerſprechen ſich hier die Anſichten der ausgezeichnetſten Experimentatoren und es bleibt der Folgezeit überlaſſen, die Widerſprüche auszugleichen [1]). Auch die feinere Struktur des Rückenmarks iſt noch durchaus nicht genügend erkannt [2]).

1) Ich will hier nur die von den früher genannten Experimentatoren am Schluſſe ihrer Abhandlungen zuſammengeſtellten Reſultate aufführen, ohne die Experimente im Detail anzuführen, welche man in den Schriften ſelbſt näher nachſehen muß. Vergl. hierüber Anm. 13 zum vorigen Paragraphen. Die Hauptſchwierigkeit ſcheint immer in der Unmöglichkeit zu liegen, ſchlagende Verſuche an iſolirten Partien des Rückenmarks zu machen, ohne daranſtoßende zu verletzen. Nach van Deen a. a. O. S. 199 ſtellen ſich die Funktionen des Rückenmarks wie folgt: 1) Die vordere weiße oder Markſubſtanz der vorderen Stränge dient allein der Bewegung. 2) Die vorderen Stränge mit ihrer grauen Subſtanz dienen ebenſowohl zur Empfindung, als zur Bewegung. 3) Die weiße Subſtanz der hinteren Stränge dient allein der Empfindung. 4) Die hinteren Stränge mit ihrer grauen Subſtanz ſind ebenfalls ausſchließlich für die Empfindung beſtimmt. 5) Die weiße Subſtanz der hinteren Stränge braucht nicht bis zum Gehirn zu reichen, um hier die von den vorderen Wurzeln empfangenen Eindrücke mitzutheilen. 6) Die weiße Subſtanz der hinteren Stränge für ſich allein kann die Empfindung nicht leicht bis zum Gehirn fortpflanzen. 7) Dies geſchieht aber leicht, ſo lange die graue Subſtanz noch in Berührung iſt mit der weißen Maſſe der hinteren Stränge. 8) Die vordere weiße Subſtanz ohne die graue Subſtanz iſt nicht im Stande, den Muskeln Willenseindrücke durch die vorderen Wurzeln direkt zuzuführen; ſie kann nur Muskelzuckungen erregen. 9) Dieſelben Bedingungen, welche Empfindung erregen, bringen auch Reflexbewegungen zu Stande, d. h. ſo wie die Empfindung von den hinteren Strängen und Wurzeln und von der grauen Subſtanz abhängt, ſo hängt die Reflexbewegung von denſelben Partien des Rückenmarks ab. 10) Ebenſo wie die Vorderſtränge dem Gehirn die Empfindung mittheilen, vermitteln ſie auch die Reflexbewegung in der Richtung des Rückenmarks zum Gehirn; Beides erfolgt aber nicht ohne Mitwirkung der grauen Subſtanz. 11) Durch die graue Subſtanz theilen ſich die Eindrücke von den hinteren Wurzeln auf die vorderen mit. 12) Durch die graue Subſtanz theilen ſich auch die Eindrücke von einer centripetalen Primitivfaſer auf die andere mit. 13) Die graue Subſtanz vermittelt daſſelbe auch bei den centrifugalen Primitivfaſern. 14) Man muß die centripetalen und centrifugalen Faſern als bloße Leiter des Nervenagens, die graue Subſtanz als aktives Centrum des Nervenſyſtems betrachten. — Stilling S. 143 a. a. O. zieht aus ſeinen Experimenten folgende Schlüſſe: 1) Die hinteren Nervenwurzeln ſind empfindlich aber nur durch die hintere graue Subſtanz und deren Verbindung mit den Hinterſträngen. 2) Die hintere weiße Markſubſtanz oder die Hinterſtränge ſind nur durch ihre Verbindung mit der hinteren grauen Subſtanz empfindlich. 3) Die hintere graue Subſtanz allein iſt fähig, die Empfindungen zum Gehirn und dem Sitze des Bewußtſeyns fortzupflanzen. 4) Die hintere Markſubſtanz iſt allein nicht fähig, die Empfindungen zum Gehirn fortzupflanzen. 5) Die vordere weiße Markſubſtanz oder die Vorderſtränge ſind eben ſo wie die vorderen Nervenwurzeln unempfindlich. 6) Die Vorderſtränge allein ſind nicht im Stande, den Einfluß des Willens auf die motoriſchen Wurzeln überzutragen. 7) Die vordere graue Subſtanz allein vermag den Willenseinfluß direkt vom Gehirn aus aufzunehmen und mittelſt der Vorderſtränge auf die motoriſchen Wurzeln weiter zu führen. 8) Es bedarf weder des ungeſtörten Zuſammenhanges der Hinterſtränge, um Eindrücke zum Gehirn zu leiten, noch bedarf es des ungeſtörten Zuſammenhanges der Vorderſtränge, um den Einfluß des Willens auf alle Theile des Rückenmarks fortzupflanzen. 9) Die Veränderungen der grauen hinteren Subſtanz durch erhaltene Eindrücke pflanzen ſich in allen Richtungen weiter fort; nach der Länge und nach der Breite des Rückenmarks in jedem Sinne. Alſo nach oben zum Gehirn, wodurch Empfindung bewirkt wird, nach vorne auf die vordere graue Subſtanz, wodurch Reflexbewegung erzeugt wird, von einer Seite zur anderen, wodurch ausgedehntere Mitbewegungen auch in der urſprünglich nicht gereizten Körperhälfte entſtehen u. ſ. w.

10) Die Eindrücke der Hinterſtränge wie die der Vorderſtränge pflanzen ſich nicht der Länge nach im Rückenmarke weiter fort. Die Eindrücke der Hinterſtränge gehen von hinten nach vorne in horizontaler Richtung an die hintere graue Subſtanz. Die Eindrücke der Vorderſtränge gehen auf die nächſte motoriſche Wurzel über. 11) Zur Bewirkung der Empfindungen bedarf es des ungeſtörten Zuſammenhanges der hinteren grauen Subſtanz zwiſchen der gereizten Stelle und dem Gehirn; zur Erweckung der willkürlichen Bewegungen bedarf es des ungeſtörten Zuſammenhanges der vorderen grauen Subſtanz zwiſchen dem Gehirn und der in Aktion verſetzten Nervenwurzel. — Budge (Unterſuchungen über das Nervenſyſtem S. 12 u. f.) zieht aus ſeinen Verſuchen folgende Sätze: 1) Es giebt keine Schicht in der ganzen Höhe des Rückenmarks, welche ohne Empfindung wäre, in der ganzen Breite und Länge, vorne, hinten, zu beiden Seiten, in der Mitte, überall iſt Empfindung. 2) In der äußeren Schicht der hinteren Rückenmarksfläche iſt die Empfindung ungleich ſtärker, als in der äußeren Schicht der vorderen Rückenmarksfläche. Dieſe gedachte Schicht aber weggenommen, ſo iſt die Intenſität des Schmerzes nach Reizen ungefähr gleich. 3) Die Empfindungsfaſern bleiben in der ganzen Länge des Rückenmarks auf derſelben Seite, die rechten rechts, die linken links. 4) Die Empfindungsfaſern, welche ſämmtlich aus der hinteren Fläche des Rückenmarks ihren Eingang haben, müſſen nothwendig, in dieſes Organ gelangt, bis zur vorderen Fläche gehen, ſonſt könnte hier keine Empfindung ſeyn. 5) Die Bewegungsfaſern gehen durch die ganze Dicke des Rückenmarks, liegen hinten, vorne, innen und außen. 6) Weil die Bewegungsfaſern des ganzen Körpers ſich in der vorderen Fläche des Rückenmarks ſammeln, erſcheinen die Bewegungen durch Reizung derſelben zwar ſtärker; aber die Bewegungsfähigkeit wird in demſelben Grade aufgehoben durch Zerſtörung eines Theils des hinteren Stranges, als durch die des vorderen. 7) Die Streckbewegung kann von einem größeren Theile des Rückenmarks aus erzeugt werden, als die Beugung. 8) Die Nerven, welche die Streckung erzeugen, ſind vorherrſchend im vorderen Rückenmarksſtrange. 9) Die Nerven für die Beugung ſind in den oberſten (hinterſten) Schichten vorherrſchend, aber doch nicht die einzigen. — 2) Ich konnte wenigſtens die Ganglienkörper und deren Verhältniß zu den Primitivfaſern nicht deutlich erkennen.

§. 401.

Das **verlängerte Mark** iſt zwar als Hirntheil zu betrachten, theilt jedoch in anatomiſcher und phyſiologiſcher Hinſicht ſeine Kräfte mit dem Rückenmark. Die überaus große Wichtigkeit dieſer Hirnabtheilung geht auch daraus hervor, daß alle Hirnnerven, mit Ausnahme der beiden erſten Sinnesnerven, mit demſelben in Verbindung ſtehen. Es iſt gleichſam das Rückenmark der Hirnnerven. In ihm kreuzen ſich die vom Rückenmarke kommenden vorderen Stränge hinter den Pyramiden. Die Kreuzung betrifft, wie es ſcheint, vorzüglich die Bewegungsfaſern der unteren Extremitäten [1]). Das verlängerte Mark iſt ein Hauptapparat für die Bewegungen, es erfolgen bei ſeiner Reizung Zuckungen am ganzen Körper und hierauf Lähmung. Es iſt ein vorzüglicher Reflektor und unter allen Theilen am meiſten zu Reflexionsbewegungen geneigt; wie denn die peripheriſche Reizung der vom verlängerten Marke entſpringenden Nerven am leichteſten Reflexbewegungen hervorruft. Seine wichtigſte motoriſche Eigenſchaft iſt die Vermittelung der Athembewegungen, die ausſchließlich von demſelben abhängen, da ſie nach deſſen Zerſtörung oder Verletzung aufhören. Eben

ſo gehen alle mit den rhythmiſchen Athembewegungen vergeſellſchafteten Bewegungen, wie Lachen, Gähnen, Schluchzen ꝛc. (§. 368) vom verlängerten Marke aus. Zum Theil ſcheint auch die Willenskraft ihren Sitz im verlängerten Mark zu haben, denn niedere Wirbelthiere behalten nach theilweiſer oder gänzlicher Zerſtörung des großen und kleinen Gehirns noch die Fähigkeit, willkürliche oder wegen ihrer Kombination und Ausdehnung den Schein der Willkürlichkeit nachahmende Bewegungen auszuführen [2]). Alle vom Gehirn ausgehenden pſychiſchen Erregungen, Leidenſchaften, Affekte erhalten durch das verlängerte Mark ihre Realiſirung und alle größeren kombinirten (Orts-) Bewegungen ſind nur bei Integrität des verlängerten Marks möglich [3]). Zweifelhaft bleibt es, welchen Antheil das verlängerte Mark am Empfindungsvermögen hat, da ſich die aus den Experimenten hieher bezogenen Ergebniſſe ſehr wahrſcheinlich auch als bloße Reflexbewegungen betrachten laſſen [4]). Die Bloßlegung und Verletzung des verlängerten Marks bei Thieren gehört zu den ſchmerzhafteſten Experimenten [5]). Auch die Brücke iſt ſehr ſenſibel, während die Wände der Sylviſchen Waſſerleitung ohne alle Senſibilität zu ſeyn ſcheinen [6]). Die Brücke nimmt übrigens aus den vorderen Rückenmarksſträngen auch zahlreiche motoriſche Faſern auf.

1) Nach Budge a. a. O. S. 22 findet die Kreuzung der Bewegungsfaſern der unteren Extremitäten im verlängerten Marke ſtatt, während die oberen Extremitätennerven hier noch nicht gekreuzt ſind. Die Kreuzung der Nerven der unteren Extremitäten findet, nach experimentellen Ergebniſſen, erſt unweit dem Ende des verlängerten Markes ſtatt und nicht, oder nur wenig noch, beim Eintritt in die Schädelhöhle. — Verſuche am verlängerten Mark laſſen ſich in ganz ähnlicher Weiſe wie die §. 399 beſchriebenen bei Fröſchen anſtellen. — 2) So hat man aus den Verſuchen von Flourens u. A. geſchloſſen, obwohl die Experimente kaum ſo anzuſtellen ſind, daß man hier willkürliche und unwillkürliche Bewegungen mit Sicherheit unterſcheiden könnte. Eher ſpricht dafür die unſtreitig willkürliche Bewegung des Amphioxus lanceolatus, bei welchem kein anderer Gehirntheil als das verlängerte Mark gebildet iſt, vgl. §. 397. — 3) Alle auf die Haut angebrachten Reize bei dekapitirten Fröſchen veranlaſſen dieſelben nur dann zum Hüpfen, wenn das verlängerte Mark noch am Rumpfe iſt, wie man ſich durch Experimente leicht überzeugen kann. Auch Kürſchner konnte keine wahre Ortsbewegung wahrnehmen, wenn blos das Rückenmark zurückblieb. Vergl. Kürſchner in der Ueberſetzung zu Marſhall Hall. S. 147. — 4) Es gilt hier daſſelbe, was in Anm. 2 geſagt iſt. — 5) Man wird deshalb am beſten thun, um die grauſamen Verſuche möglichſt zu vermeiden, vorher die Hemiſphären zu zerſtören, alſo das Bewußtſeyn aufzuheben. — 6) Vergl. Magendie Vorleſungen über das Nervenſyſtem S. 160. Die leiſeſte Berührung des vorderen Randes des Pons Varolii brachte beim Kaninchen alle Zeichen des heftigſten Schmerzes hervor, während der Aquaeductus Sylvii bei der Berührung mit einer Sonde ſich als ganz unſchmerzhaft erwies.

§. 402.

Das kleine Gehirn zeigt beim Abtragen ſeiner oberflächlichen Theile keine Empfindung; die tieferen Lagen ſcheinen aber Senſibilität zu beſitzen, obwohl die Reſultate der Viviſektionen ſich dabei widerſprechen [1]). Sonſt

ſind die Folgen beim Wegſchneiden des kleinen Gehirns zwar etwas verſchieden in den verſchiedenen Thierklaſſen, aber doch im Allgemeinen ſo übereinſtimmend, wie dies nur bei wenigen Experimenten an den Centraltheilen der Fall iſt. Bei Wegnahme von größeren oder kleineren Abſchnitten des kleinen Gehirns iſt immer die Fähigkeit zu kombinirten zweckmäßigen Ortsbewegungen verloren oder vermindert. Es tritt ein Zuſtand wie bei der Trunkenheit ein, bei welcher, nach der Analogie der Experimente bei Thieren, ohnſtreitig das kleine Gehirn vorzugsweiſe affizirt iſt. Es tritt bei den zum Experimente benutzten Thieren ein ſchwankender, unbeſtimmter Gang ein, ein Drehen und Bewegen nach rechts, nach links, nach hinten und vorne; das Gleichgewicht iſt verloren, obgleich man bemerkt, daß die Willenskraft nicht geſchwächt iſt, denn die Thiere machen eine Menge angeſtrengte, aber nutzloſe Bewegungen; ſie verſuchen zu entfliehen, ſie ſuchen die nach ihnen geführten Streiche zu vermeiden, vermögen aber nur Anſtrengungen zu machen, welche nicht zum Ziele führen [2]). Vom kleinen Gehirn ſcheint daher das Vermögen abzuhängen, die willkürlichen Bewegungen zweckmäßig zu kombiniren; es ſteht der Harmonie der Bewegungen im Körper, namentlich den Ortsbewegungen, vor; es iſt als ein Coordinationsorgan der Bewegungskräfte zu betrachten [3]). Bewußtſeyn, Wille und Empfindung beſtehen nach der Verletzung oder Entfernung des kleinen Gehirns fort. Das kleine Gehirn ſcheint kein Reflektor zu ſeyn und auf Verletzungen deſſelben erfolgen nie Konvulſionen [4]). Die Aktionen auf Verletzungen des kleinen Gehirns ſcheinen übers Kreuz, d. h. auf der entgegengeſetzten Seite der Verletzung, einzutreten. Man hat das kleine Gehirn früher, aber ohne Grund, als Centralorgan für den Geſchlechtstrieb betrachtet [5]).

1) Nach Flourens und Hertwig iſt das kleine Gehirn empfindungslos. Magendie hält nur die oberflächlichen Lagen, nach Verſuchen an Kaninchen, für unempfindlich; bei tieferen Verletzungen zeigt ſich Empfindlichkeit. a. a. O. S. 142. — 2) Erfreulich ſind die zahlreichen Uebereinſtimmungen der neueren Experimentatoren über dieſen Gegenſtand. Die erſten gründlichen und ſehr umfänglichen Verſuche hat Flourens in verſchiedenen Thierklaſſen, namentlich bei Vögeln, angeſtellt. Vergl. Flourens Verſuche und Unterſuchungen über die Eigenſchaften und Verrichtungen des Nervenſyſtems bei Thieren mit Rückenwirbeln, überſetzt von Becker. Leipzig 1824. S. 34 u. f. Alle Verſuche ſind von *Hertwig* De effectibus laesionum in partibus encephali. Berolini. 1826 und von Budge Unterſuchungen über das Nervenſyſtem Heft I beſtätigt und erweitert worden. Flourens nahm bei einem Meerſchweinchen die äußeren Lagen des kleinen Gehirns weg, wo Gehen und Stehen beeinträchtigt war. Bei Wegnahme der mittleren Lagen wurde der Gang des Thieres ſchwankend, unordentlich, wie bei der Trunkenheit. Die Pfoten bewegten ſich heftig und ungeſchickt. Es verwickelte ſich in ſeinen eigenen Bewegungen, fiel nieder und machte ungeſchickte Anſtrengungen, ſich emporzuarbeiten. Bei Wegnahme der tiefſten Lagen bewegte es oft die Pfoten, als wollte es gehen oder laufen, konnte aber nicht. Gelang es ihm auf Momente, aufzuſtehen, ſo fiel es gleich wieder nieder ꝛc. Bei einem andern Meerſchweinchen durchſchnitt Flourens alle Lagen auf einmal, womit auch das Vermögen zum Gehen und Stehen vernichtet

war; dabei machte es aber heftige Anſtrengungen. Hertwig nahm bei einer Katze mehr als die Hälfte des kleinen Gehirns weg. Ihre Bewegungen wurden, vorzüglich an den Vorderfüßen unregelmäßig, das Thier ſchwankte, fiel nach vorne zuſammen; wurde die Katze bedroht, ſo ſuchte ſie zu entfliehn, richtete ſich empor, fiel aber auf die Seite oder machte einige Schritte zurück, ſtatt vorwärts. Sie lebte bis zum 9ten Tage bei geſteigerter Störung der Bewegungen. Die von Magendie angeſtellten Verſuche gaben ähnliche Reſultate; Kaninchen bewegten ſich, beim Verſuche zu entfliehen, rückwärts. Budge nahm bei einem Kaninchen mit einem Schnitte die ganze linke Hälfte des kleinen Gehirns weg; gleich nach geſchehener Operation drehte ſich das Thier mehrmals ſtark nach der linken Seite, dann wurden ſie weniger ſtark, waren aber ſtets nach der linken Seite gerichtet. Wenn ſeine Bewegungen aufhörten, ſo ſaß das Thier ſo auf der Erde, daß es immer nach der linken Seite hingewendet blieb. Nach jedem Reiz erfolgten aber die alten Drehungen. Der Erfolg blieb bei anderen Verſuchen immer ähnlich. Hertwig und Budge beobachteten ſtets eine große Muskelſchwäche nach Verletzung des kleinen Gehirns, welche häufig nach der Operation am größten war; dann ſtellt ſich öfters die Muskelkraft bis zu einem gewiſſen Grade wieder her. Bei den von Magendie, Cruveilhier u. A. beſchriebenen pathologiſchen Fällen, wo bei Menſchen das kleine Gehirn geſtört oder urſprünglich atrophiſch war, zeigte ſich große Muskelſchwäche in den Extremitäten, ſo namentlich bei einem Mädchen, das im 11ten Jahre ſtarb. Vergl. *Cruveilhier* Anatomie pathologique. Livr. 15. pl. 5. fig. 1 u. 2. — 3) Budge nennt das kleine Gehirn einen Hemmungsapparat für die ungezügelte Bewegungskraft a. a. O. S. 63. — 4) So nach den übereinſtimmenden Verſuchen, vorzüglich von Hertwig. — 5) Dies iſt von Gall und von den ſpäteren Kraniologen und Phrenologen geſchehen. Exakte Thatſachen laſſen ſich nicht dafür angeben und die pathologiſchen Ergebniſſe ſcheinen eher gegen als für dieſe Anſicht zu ſprechen.

§. 403.

Die Experimente an Thieren beſtätigen den anatomiſch nachweisbaren Zuſammenhang des Mittelhirns (§. 387 u. f.) mit den Sehwerkzeugen. Auf Verletzung der Vierhügel erfolgt Blindheit auf der entgegengeſetzten Seite; daſſelbe tritt ein bei theilweiſer oder ganzer Wegnahme der Sehhügel. Die Verletzungen dieſer Theile wirken ähnlich, wie direkte Verletzungen am Sehnerven. Oberflächliche Verletzung der Vierhügel hebt die Kontraktilität der Iris nicht auf; die Pupille bleibt beweglich; bei vollſtändiger Wegnahme geht die Bewegung der Iris verloren. Bewußtſeyn und Gedächtniß werden nicht aufgehoben. Nach einigen Beobachtungen treten Konvulſionen (und zwar auf der entgegengeſetzten Seite) ein, nach andern nicht. Muskelſchwäche, Schwindel, Drehen nach der Seite, wo die Verletzung ſtattfand, hat man öfters wahrgenommen. Auch Darmbewegungen hat man auf Reizung der Vierhügel entſtehen ſehen.

Die Verſuche von Flourens und Hertwig differiren in einigen Nebenpunkten. Erſterer ſah Konvulſionen auf Verletzung der Vierhügel entſtehen, Letzterer nicht. Hertwig giebt an, daß das Sehen nach einer theilweiſen Verletzung aufhört, aber dann ſich wieder einſtellt. Flourens, Magendie und Desmoulins haben die Folgen des Schwindels, Drehen nach der Seite beobachtet. Budge giebt an a. a. O. S. 152.

daß Reizung der Corpora quadrigemina die Bewegung des Dünndarms vermehrt. Ueber die hier in Sprache kommenden motoriſchen Faſern ſ. ſpäter §. 405.

§. 404.

Die Primitivfaſern, aus welchen die Hemiſphären des großen Gehirns beſtehen, haben am wenigſten mit den einfachen motoriſchen und ſenſitiven Wirkungen der Nervenſubſtanz zu thun. Die Hemiſphären ſind nach übereinſtimmenden Verſuchen empfindungslos und können ohne Schmerzerregung ganz oder theilweiſe abgetragen werden [1]). Es erfolgt aber dann Blindheit und der Geruch hört auf. Die Kontraktilität der Iris bleibt erhalten. Ob das Gehör nach Entfernung der Hemiſphären aufhöre, iſt zweifelhaft [2]). Die Wirkungen erfolgen ſich kreuzend. Es erfolgt Muskelſchwäche auf der entgegengeſetzten Seite oder auf beiden Seiten, wenn beide Hemiſphären weggenommen werden, die aber nicht anhält; das Gleichgewicht und die Muskelkräfte ſtellen ſich einige Zeit nach der Operation wieder her. Thiere (beſonders Vögel und Amphibien) können Wochen und Monate lang nach Exſtirpation der Hemiſphären am Leben bleiben, müſſen jedoch künſtlich gefüttert werden [3]). Konvulſionen entſtehen nicht bei Abtragung der Hemiſphären. Da das große Gehirn in ſeinen Hemiſphären großen Theils Markmaſſe, aus ſehr zarten Primitivfaſern gebildet, neben Ganglienkugeln enthält, ſo ſcheinen die Faſern eigenthümlicher Art zu ſeyn und nicht zur Leitung von Empfindung und Bewegung zu dienen. Die Hemiſphären ſcheinen aber ausſchließlich die Träger der höheren Seelenthätigkeiten zu ſeyn. Dafür ſprechen ſchon die früher dargeſtellten anatomiſchen Verhältniſſe, die geringe Entwickelung bei den niederen Wirbelthieren, ihre mangelhafte Ausbildung bei dem Idiotismus, ihre ausgewirktere Organiſation bei intelligenten Menſchen (§. 395). Thiere, denen die Hemiſphären weggenommen wurden, ſind ſtumpfſinnig, apathiſch, nur zu reflektirten Bewegungen zu veranlaſſen. Sie befinden ſich gleichſam in einem ſchlafenden Zuſtande, ähnlich wie Menſchen, bei denen Blutungen, Exſudate, einen Druck auf die Hemiſphären ausüben. Die organiſchen Funktionen gehen noch eine Zeitlang ihren Gang fort und es können alle oder die meiſten Bewegungen ausgeführt werden, aber nicht mehr durch pſychiſche Erregungen. In Bezug auf die Funktionen der einzelnen Theile des großen Gehirns iſt man faſt blos auf Hypotheſen reduzirt [4]). Die Kommiſſuren ſcheinen die Einheit der Wirkungen zu vermitteln. Die Verletzung des Balkens und der Nachbargebilde ſcheint zunächſt keine Betäubung zur Folge zu haben; die Sinne bleiben thätig; eben ſo bleibt die Schmerzempfindlichkeit normal; einige Erſcheinungen erinnern an die Funktionen des kleinen Gehirns und es ſcheint, daß der Balken bei der Regulation der Bewegungen betheiligt iſt [5]).

1) Wir haben hierüber zahlreiche Verſuche, namentlich von Flourens, Hertwig und Budge und es laſſen ſich dieſelben ſehr leicht bei Fröſchen, dann bei Vögeln, vorzüglich Enten, auch Tauben, anſtellen. — 2) Flourens giebt an, daß das Gehör bei Verluſt der Hemiſphären aufhöre, während es nach Magendie und Malcorps erhalten bleibt; eine Thatſache, deren Feſtſtellung wegen des näheren anatomiſchen Zuſammenhangs der Hörwerkzeuge mit der vierten Hirnhöhle und dem verlängerten Marke von Intereſſe wäre. — 3) Säugethiere eignen ſich, wegen der Größe der Verletzung und wegen der heftigen Blutung, weniger zu dieſen Verſuchen als Vögel. Statt vieler Verſuche, will ich den mittheilen, welchen Malcorps zu Löwen in einem Briefe an Magendie (Vorleſungen über Krankheiten des Nervenſyſtems S. 440) erzählt. Der Verſuch betrifft eine Taube, welcher am 28. April 1839 die Hirnlappen exſtirpirt wurden und die am 8. Juli deſſelben Jahres, als der Brief geſchrieben wurde, noch lebte. Die Schädeldecke ward weggenommen und beide Hemiſphären wurden mit dem Skalpellhefte entfernt; die Wunde wurde dann mit in kaltes Waſſer getauchter Charpie befeuchtet, um die Blutung zu ſtillen. Vier Stunden nach dem Verſuche wurde die Charpie weggenommen und die Wundlappen genähert, ohne einen Verband anzulegen. Am folgenden Tage nahm die Taube das hingeſtreute Futter nicht, es wurde ihr eingegeben (die Schlingbewegungen, als reflektirte Bewegungen, bleiben und die Thiere werden durch Berührung der Zungenwurzel von der Speiſe zu dieſen Bewegungen veranlaßt (vergl. §. 399). Der Zuſtand der Taube beſſerte ſich immer mehr und die Wunde eiterte nicht; nach 6 Wochen war ſie vollkommen vernarbt. Zur Zeit, als der Brief geſchrieben wurde, war die Taube vollkommen geſund und nicht abgemagert. Sie mußte dreimal täglich künſtlich gefüttert werden; der obere Theil des Schnabels hatte ſich gekrümmt und war wenigſtens $1\frac{1}{2}$ Linie länger als der untere. Waren die Speiſen in den Schnabel gebracht, ſo ſchlang das Thier dieſelben leicht hinab; die Faeces waren normal, alle Bewegungen ſehr frei und ungehindert, nur der Flug weniger kräftig; wurde ſie in die Luft geworfen, ſo ſank ſie bald wieder herunter; von ſelbſt flog ſie nie höher als 2 Fuß. Die allgemeine Senſibilität war normal, der Zuſtand des Sehvermögens war ſchwer zu beſtimmen. Wurde ihr ein Gegenſtand raſch genährt, ſo bewegte ſie ſich nicht. Beim Vorhalten eines Lichts kontrahirten ſich die Pupillen, aber der Vogel blieb gleichgültig und machte keinen Verſuch zu fliehen. Wurde die Taube jedoch ins Dunkle gebracht, ſo ſuchte ſie die hellen Stellen; ihr in den Weg gelegte Körper vermied ſie. Starke Gerüche ſchienen ſie nicht zu affiziren und ſie blieb auch gegen Geräuſch unempfindlich. Des Abends ſchlief ſie mit geſchloſſenen Augen, erhob aber merkwürdiger Weiſe beim leiſeſten Geräuſch den Kopf und öffnete die Augen, welche ſie aber ſogleich wieder ſchloß. Ihre Hauptbeſchäftigung beſtand darin, ihr Gefieder zu putzen und ſich oft zu kratzen. — 4) Bloße Hypotheſen ſind z. B. die älteren Anſichten über die uns ganz unbekannte Funktion der Zirbel, des Hirnanhangs u. ſ. w. — 5) Vergl. Valentin's Verſuche über die Thätigkeit des Balkens in deſſen Repertorium f. 1841. S. 358. Symptome der Aſymmetrie und der Rotation in den Bewegungen ſtellten ſich zwar bei Verletzungen außerhalb der Mittellinie ein, wie ſich bei der paarigen Bildung des Balkens erwarten ließ, aber doch nicht regelmäßig und mit geringerer Energie.

§. 405.

Merkwürdig iſt der Einfluß der Centraltheile auf die automatiſchen Bewegungen. Auf die Herzbewegung hat, wie es nach Reizungsverſuchen ſcheint, der obere Theil des Rückenmarks und des verlängerten Marks, auch an der Vorderfläche, den ſtärkſten Einfluß. Doch ſcheinen ſich nach einigen

Verſuchen die motoriſchen Faſern des Herzens bis in das große Gehirn zu erſtrecken [1]). Bewegungen im Magen ſah man auf Reizung des kleinen Gehirns, der Vierhügel, Sehhügel und Streifenhügel eintreten [2]). Auf Reizung der vorderen Stränge des Rückenmarks in ihrer ganzen Ausdehnung, der **Medulla oblongata**, der Hemiſphären des kleinen Gehirns, der Vierhügel, der Seh- und Streifenhügel erfolgen periſtaltiſche Bewegungen im Dünndarm, eben ſo auch im Dickdarm. Heftige Kontraktionen im Maſtdarm folgen auf Reizung der genannten Theile, ſowie ſelbſt auf Reizung der hinteren Partien der Hemiſphären des großen Gehirns [3]). Die Harnblaſe kontrahirt ſich bei Reizung des kleinen Gehirns, vorzüglich der Kleinhirnſchenkel (**Crura cerebelli ad medullam oblongatam**), auch bei Reizung der Haube und der Vierhügel [4]). Merkwürdig ſind auch die Einflüſſe der Centraltheile auf die Bewegung der Geſchlechtstheile. Reizung der linken Hemiſphäre des kleinen Gehirns und des Wurmtheils erzeugt Bewegung im rechten **Vas deferens**, dem rechten Hoden, der rechten Muttertrompete und Uterushälfte und eben ſo umgekehrt [5]). Es geht aus dieſen, durch Experimente feſtgeſtellten Thatſachen hervor, daß die dem vegetativen Leben vorſtehenden Organe eben ſo vom Gehirn und Rückenmarke abhängig ſind, wie die Bewegungen der animalen Muskeln, und daß die Primitivfaſern des ſympathiſchen Nerven durch das Rückenmark und das kleine Gehirn hindurchtretend, mit dem großen Gehirne, vorzüglich deſſen Baſis, in Kombination treten. Ein Theil der motoriſchen Faſern für die Eingeweide gelangt jedoch zu den Großhirnſchenkeln, ohne in das kleine Gehirn eingegangen zu ſeyn [6]). Auf dieſe Weiſe iſt die Einwirkung der Centraltheile auf die organiſchen Funktionen, ſowie die auf Reflexen beruhende Wechſelwirkung beider bei Gemüthsbewegungen ꝛc. erklärlich.

1) Vergl. hierüber, dann über alle folgenden Thatſachen Budge a. a. O. und die von Valentin dabei gemachten Bemerkungen in deſſen Repertorium. 1841. S. 325. Budge giebt an, daß nach ſeinen Verſuchen die motoriſchen Faſern des Herzens in dem vorderſten Theile des verlängerten Marks ſich endigen, ehe die Hemmungsfaſern des kleinen Gehirns darauf einwirken. Valentin fand aber nach mechaniſcher Reizung der Markmaſſe des Vorderlappens des großen Gehirns oberhalb des Centrum semiovale Vieussenii über und vor dem vorderſten Theile des Seitenventrikels in mehrfach wiederholten Verſuchen Kontraktion des Herzens, vorzüglich der Vorhöfe, ähnliches auch bei Kaninchen. — 2) Valentin a. a. O. S. 326. — 3) Ebenfalls von Valentin geſehen, S. 327. — 4) Nach Beobachtungen von Budge und Valentin. — 5) Nach Valentin darf man hierzu junge Thiere nicht wählen. Wenn ſich die Thiere der Geſchlechtsreife nähern oder ſich in der Brunſt befinden, zeigen Vasa deferentia wie Tuben ſehr kräftige periſtaltiſche Bewegungen. Dieſe treten als reflektirte bei der Begattung und Befruchtung ein (§. 37 u. 38). — 6) Vergl. Valentin a. a. O. S. 328.

§. 406.

Zur Integrität in der Funktion der Centraltheile, des Gehirns, wie des Rückenmarks, ſcheint die im lebenden Zuſtande ſtets vorhandene Cere-

broſpinalflüſſigkeit nothwendig zu ſeyn. Sie findet ſich ſowohl bei warm- als kaltblütigen Thieren. Unterhalb der knöchernen Decken, zwiſchen Pia mater und Arachnoidea, iſt das ganze Rückenmark nebſt den Nervenwurzeln von dieſer völlig abgeſchloſſenen Flüſſigkeit rund umgeben. Sie deckt ferner die Oberfläche der Hemiſpären, ſammelt ſich beſonders in den Vertiefungen an, wodurch dann das große und kleine Gehirn, wie das Rückenmark, von den Knochendecken entfernt werden und nothwendig auch die den Körper treffenden Erſchütterungen nicht zu heftig auf die Centraltheile wirken können, deren geſchützte Lage hiedurch noch vermehrt wird. Die Flüſſigkeit läßt ſich bei Thieren künſtlich entleeren, worauf Muskelſchwäche und Stumpfheit in den Empfindungen eintreten, welche ſich wieder verlieren, ſobald die einer raſchen Regeneration fähige Flüſſigkeit ſich von Neuem anhäuft.

Magendie hat vorzüglich auf dieſe im normalen Zuſtande vorhandene Cerebroſpinalflüſſigkeit hingewieſen, welche auch beim Menſchen nicht fehlt und ſich vorzüglich, wie ich oft geſehen habe, nach ſchnellen Todesarten im Rückenmarkskanal der Leichen in beträchtlicher Menge findet. Magendie widmet ihr ausführliche Betrachtungen. Nervenkrankheiten. S. 52 u. f. Das Verfahren, ſie beim lebenden Thiere aufzufangen, iſt ſehr einfach. Man trennt die Nackenmuskeln und macht einen kleinen Einſtich zwiſchen Atlas und Hinterhaupt durch die Ligamente und die Hirnhäute. Sie ſchießt öfters in einem Strahle hervor. Die eintretenden oben erwähnten Störungen erklärt Valentin aus dem veränderten phyſikaliſchen Drucke, in welchem ſich das Nervenſyſtem nach der Entfernung der Flüſſigkeit befindet. Valentin's Repertorium 1841. S. 310.

Schlußbemerkung.

§. 407.

Die Centraltheile vermitteln die vereinigte Thätigkeit aller Nervenfunktionen. Von ihnen ſtrömen durch die centrifugalen Faſern die Anregungen zu den Bewegungen aus, die unter der Herrſchaft der Seele ſtehen, wie durch ſie ebenfalls die reflektirten Bewegungen vermittelt werden, welche durch Ueberſpringen von peripheriſchen Reizen mittelſt der centripetalen Nervenſtrömungen auf die Centraltheile ſtattfinden. Sehr viele phyſiologiſche und pathologiſche Bewegungsphänomene finden ihre Erklärung in dieſen Wechſelwirkungen zwiſchen Nervencentrum und Nervenperipherie. Erſt in den Centratheilen, ja wie es ſcheint, ausſchließlich im großen Gehirne, kommen die Empfindungen zum Bewußtſeyn. Das Gefühl der Luſt und des Schmerzes, in welchem ſich unſer ganzes Leben bewegt, exiſtirt nur bei der Integrität der Hemiſphären. Die Nerven ſind in ihren centripetalen Empfindungsorganen bloße Zuleiter der äußeren Eindrücke. Die wichtigſten Konduktoren, die mit der Außenwelt uns bekannt machen, ſind die Sinne, deren Nerven daher eigene anatomiſch geſonderte Abtheilungen im Gehirn haben, welche vorzüglich an der Baſis und im

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

mittleren Theile gelegen, von den Kommiſſuren und Hemiſphären bedeckt werden und mit dieſen in innigem phyſiologiſchen und anatomiſchen Connex ſtehen. Die organiſchen Lebensprozeſſe ſtehen ebenfalls, wenn auch entfernter, unter der Herrſchaft der Centraltheile, wie wir früher geſehen haben, und die Seele tritt in eine mehr oder weniger innige Beziehung zu allen Erſcheinungen des leiblichen Lebens. Die Integrität aller pſychiſchen Thätigkeiten iſt weſentlich abhängig von einer harmoniſchen Verbindung aller phyſiſchen Lebensprozeſſe. Dies näher zu ſchildern und die Störungen durch die Krankheit im Allgemeinen kennen zu lernen, betrachten wir als Aufgabe der allgemeinen und angewandten Phyſiologie, welcher wir eine abgeſonderte Darſtellung widmen wollen.

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

[illegible]

Wagner, Rudolph,

Lehrbuch der Physiologie für Vorlesungen und zum Selbstunterricht und mit vorzüglicher Rücksicht auf das Bedürfniß der Ärzte

Bd.: 1,3

Leipzig 1841

Anat. 460 t-1,1/3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369706-4